ISSN 2663-6417

ПАЁМИ

ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ БОХТАР
ба номи НОСИРИ ХУСРАВ
(маҷаллаи илмӣ)
СИЛСИЛАИ ИЛМҲОИ ТАБИӢ

ВЕСТНИК

БОХТАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени НОСИРА ХУСРАВА
(научный журнал)
СЕРИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

BULLETIN

OF BOKHTAR STATE UNIVERSITY
named after NOSIRI KHUSRAV
(scientific journal)
SERIES OF NATURAL SCIENCES

ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ БОХТАР
ба номи НОСИРИ ХУСРАВ
МАРКАЗИ ТАБЪУ НАШР, БАРГАРДОН ВА ТАРҶУМА

БОХТАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени НОСИРА ХУСРАВА
ЦЕНТР ПЕРИОДИКИ, ПУБЛИКАЦИИ И ПЕРЕВОДА

BOKHTAR STATE UNIVERSITY
named after NOSIRI KHUSRAV
CENTER OF PERIODICALS, PUBLISHING AND TRANSLATION

2/2 (87)

БОХТАР-2021

ПАЁМИ ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ БОХТАР БА НОМИ НОСИРИ ХУСРАВ

Муассиси маҷалла:
МДТ «Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав»

Маҷалла соли 2016 таъсис ёфта, соли 2018 тағйири ном кардааст.
Дар як сол 4 шумора нашр мегардад

САРМУҲАРРИР:

Давлатзода Сайфиддин Хайриддин — доктори илмҳои биология, профессор, узви вобастаи АМИТ, ректори МДТ «Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав»

МУОВИНИ САРМУҲАРРИР:

Комилӣ Абдулҳай Шарифзода — доктори илмҳои физика-математика, профессор.

МУОВИНИ САРМУҲАРРИР:

Абдураҳимов Алимурод Одинаевич — номзади илмҳои физика-математика, дотсент.

КОТИБИ МАСЪУЛ:

Болтаев Малик Аҷикович — номзади илмҳои химия, дотсент

ҲАЙАТИ ТАҲРИРИЯ:

01.00.00 – Илмҳои физикӣ-математикӣ

Рачабов Нусрат Рачабович — доктори илмҳои физика-математика, профессор, академики АМИТ.

Қурбонов Икром Қурбонович — доктори илмҳои физика-математика, профессор, узви вобастаи АМИТ.

Табаров Абдулло Ҳабибуллоевич — доктори илмҳои физика-математика, профессор.

Сафаров Ҷумабой Сафарович — доктори илмҳои физика-математика, профессор.

02.00.00 – Химия

Бадалов Абдулхайр Бадалович — доктори илмҳои химия, профессор, узви вобастаи АМИТ.

Каримов Маҳмадқул Бобоевич — доктори илмҳои химия, профессор, узви вобастаи АМИТ.

Эшов Бахтиёр Бадалович — доктори илмҳои техникӣ, профессор.

Ғафуров Бобомурод Абуқаҳорович — доктори илмҳои химия, дотсент.

03.00.00 – Биология

Абдуллоев Абдуманнон Абдуллоевич — доктори илмҳои биология, профессор.

Бердиев Ҷумъа Бердиевич — номзади илмҳои биология, дотсент.

07.00.10 – Таърихи илм ва техника

Шерматов Дӯстназар Саидович — доктори илмҳои физика-математика, профессор.

Қурбонов Баҳром Раҳмонович — доктори илмҳои таърих, профессор.

Маҷалла ба Феҳристи нашрияҳои илмии тақризшавандаи Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, аз 18.05.2021, ворид гардидааст.

Дар маҷалла мақолаҳои илмии соҳаҳои илмҳои физика-математика, химия, биология, таърихи илм ва техника барои чоп қабул карда мешаванд. Маҷалла мақолаҳои илмии муаллифонро аз рӯи ихтисосҳои зерин ба чоп қабул менамояд:

Физика-математика: *01.01.02, 01.01.04, 01.01.07, 01.02.01, 01.04.02, 02.04.14*

Химия: *02.00.01, 02.00.02, 02.00.04, 02.00.05*

Биология: *03.02.01, 03.02.04, 03.02.14*

Таърихи илм ва техника: *07.00.10*

Маҷалла дар Шохиси иқтибосҳои илмии Русия (РИНЦ) ворид карда шудааст.

Маҷалла ба забонҳои тоҷикӣ ва русӣ нашр мешавад.

Матни мукаммали маводи чопӣ дар сомонаи расмии маҷалла ҷойгир карда шудааст (www.bgu-n-vestniki.tj).

Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав.

Бохтар-2021. №2/2(87). ISSN 2663-6417

Маҷалла дар Вазорати фарҳанги Ҷумҳурии Тоҷикистон №142/МҶ-97, аз 10.12.2019 ба қайд гирифта шудааст.

Маҷалла дар Маркази табъу нашр, баргардон ва тарҷумаи ДДБ ба номи Носири Хусрав таҳия мегардад.

Нишонии Марказ: 735140, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Бохтар, кӯчаи Айнӣ, 67.

Сомонаи маҷалла: www.bgu-n-vestniki.tj

E-mail: payomiddq@mail.ru

Тел.: (832 22) 2-44-61.

ВЕСТНИК БОХТАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ НОСИРА ХУСРАВА

Учредитель журнала:
ГОУ «Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава»

Журнал основан в 2016 году и переименован в 2018 г.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Давлатзода Сайфиддин Хайриддин — доктор биологических наук, профессор, член-корр. НАНТ ректор ГОУ «Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава»

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Комили Абдулхай Шарифович — доктор физико-математических наук, профессор.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Абдурахимов Алимурод Одинаевич — кандидат физико-математических наук, доцент.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ:

Болтаев Малик Ажикович — кандидат химических наук, доцент

Члены редколегии:

01.00.00 – Физико-математические науки

Раджабов Нусрат Раджабович — доктор физико-математических, наук, профессор, академик НАНТ.

Курбонов Икром Курбонович — доктор физико-математических наук, профессор, член.-корр. НАНТ

Табаров Абдулло Хабибуллоевич — доктор физико-математических наук, профессор.

Сафаров Джумабой Сафарович — доктор физико-математических наук, профессор.

02.00.00 – Химические науки

Бадалов Абдулхайр Бадалович — доктор химических наук, профессор, член.-корр. НАНТ

Каримов Маматкул Бобоевич — доктор химических наук, профессор, член.-корр. НАНТ

Эшов Бахтиёр Бадалович — доктор технических наук, профессор

Гафуров Бобомурод Абдукахорович — доктор химических наук, доцент

03.00.00 – Биологические науки

Абдуллоев Абдуманнон Абдуллоевич — доктор биологических наук, профессор

Бердиев Джума Бердиевич — кандидат биологических наук, доцент

07.00.10 – История науки и техники

Шерматов Дустназар Саидович — доктор физико-математических наук, профессор

Курбонов Бахром Рахмонович — доктор исторических наук, профессор

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК при Президенте Республики Таджикистан от 18.05.2021 г.

Для публикации в журнале принимаются научные статьи по физико-математическим, химическим, биологическим наукам, а также истории науки и техники.

В журнале печатаются научные статьи по следующим отрасям науки и научным специальностям:

Физика-математика: *01.00.01, 01.01.04 01.01.07, 01.02.01, 01.04.02, 01.04.14*

Химия: *02.00.01, 02.00.02, 02.00.04, 02.00.05*

Биология: *03.02.01, 03.02.14, 03.02.08, 03.02.14*

История науки и техники: *07.00.10*

Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Журнал печатается на таджикском и русском языках.

Полнотекстовые версии опубликованных материалов размещены на официальном сайте журнала (www.bgu-n-vestniki.tj).

Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Бохтар-2021. №2/2(87). ISSN 2663-6417

Журнал зарегистрирован в Министерстве культуры Республики Таджикистан. Свидетельство №142/МЧ-97, от 10.12.2019.

Журнал подготавливается к изданию в Издательском центре БГУ имени Носира Хусрава.

Адрес Издательского центра:
735140, Республика Таджикистан,
г. Бохтар, улица Айни, 67.
Сайт журнала: www.bgu-n-vestniki.tj
E-mail: payomiddq@mail.ru
Тел.: (832 22) 2-44-61.

BOKHTAR STATE UNIVERSITY NAMED AFTER NOSIRI KHUSRAV

Founder of the magazine:
SEI «Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav»

The magazine was founded in 2008 and renamed in 2018.
The are 4 issues in a year.

CHIEF EDITOR:

Davlatzoda Sayfiddin Khayriddin — doctor of biological sciences, professor, member-correspondent of the NAST, rector of SEI «Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav»

DEPUTY CHIEF EDITOR:

Komili Abdulhai Sharifzoda — doctor of physical and mathematical sciences, professor.

DEPUTY CHIEF EDITOR:

Abdurahimov Alimurod Odinaevich — candidate of physical and mathematical sciences, associate professor

EXECUTIVE SECRETARY:

Boltaev Malik Ajikovich — candidate of chemical sciences, associate professor.

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

01.00.00 –Physical and mathematical sciences

Rajabov Nusrat Rajabovich — doctor of physical and mathematical sciences, professor, academician of the NAST.

Qurbonov Ikrom Qurbonovich — doctor of physical and mathematical sciences, professor, member-correspondent of the NAST

Tabarov Abdullo Habibulloevich — doctor of physical and mathematical sciences, professor.

Safarov Jumaboi Safarovich — doctor of physical and mathematical sciences, professor.

02.00.00 – Chemical sciences

Badalov Abdulkhair Badalovich — doctor of chemical sciences, professor, member-correspondent of the NAST.

Karimov Mahmadqul Boboevich — doctor of chemical sciences, professor, member-correspondent of the NAST.

Eshov Bakhtiyor Badalovich — doctor of technical sciences, professor.

Gafurov Bobomurod Abduqahorovich — doctor of chemical sciences, associate professor.

03.00.00 – Biological sciences

Abdulloev Abdumannon Abdulloevich — doctor of biological sciences, professor.

Berdiev Juma Berdievich — candidate of biological sciences, associate professor.

07.00.10 – History of science and technique

Shermatov Dustnazar Saidovich — doctor of physical and mathematical sciences, professor.

Qurbonov Bahrom Rahmonovich — doctor of historical sciences, professor.

The journal is included in the List of peer-reviewed scientific publications of the Higher Attestation Commission under the President of the Republic of Tajikistan from 18.05.2021.

The magazine accepts scientific articles on physical and mathematical, chemical, biological sciences, also history of science and techniques. The journal accepts scientific articles in the following branches of science and scientific specialties:

Physics and matematics: *01.01.01, 01.01.20, 01.01.07, 01.02.01, 01.04.02, 1.04.14*

Chemistry: *02.00.01, 02.00.02, 02.00.04, 02.04.14*

Biology: *03.02.01, 03.02.14, 03.02.08.*

History of science and techniquess: *07.00.10*

The journal is included in the database of the Russian Science Citation Index (RSCI).

The magazine is published in Tajik and Russian.

Full-text versions of published materials are available on the journal's official website (www.bgu-n-vestniki.tj).

Bulletin of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav.

Bokhtar-2021. №2/2(87). ISSN 2663-5534

The magazine is registered with the Ministry of Culture of the Republic of Tajikistan.

Certificate №142/MJ-97, dated 10.12.2019.

The magazine is being prepared for publication Center of BSU named after Nosiri Khusrav.

Publishing Center Address:
735140, Republic of Tajikistan,
Bokhtar city, Aini street, 67.
Journal website: www.bgu-n-vestniki.tj
E-mail: payomiddq@mail.ru
Phone: (832 22) 2-44-61.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ТОГО ЧТО РЕШЕНИЕ МОДЕЛЬНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ЯВЛЯЮТСЯ РЕШЕНИЕМ СООТВЕТСТВУЮЩЕГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ

Раджабов Н.Р.
Таджикский национальный университет
Шамсудинов Ф.М.
Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава
Фирдавси Х.
Кулябский государственный университет имени Абуабдуллох Рудаки

Пусть $\Gamma = \{x : a \prec x \prec в\}$ – множество точек на вещественной оси. На Γ рассмотрим интегральное уравнение

$$\varphi(x) + \sum_{j=1}^{3} \int_a^x \left[K_j(x,t)\left(\omega_a^\alpha(x) - \omega_a^\alpha(t)\right)^{j-1} \right] \frac{\varphi(t)dt}{(t-a)^\alpha} = f(x), \tag{1}$$

где $K_j(x,t)$ $(1 \le j \le n)$ – заданные непрерывные функции в прямоугольнике

$\bar{R} = \{(x,t) : a \le x \le в, a \le t \le в\}$, $f(x)$ – заданная функция на $\bar{\Gamma}$, $\varphi(x)$ – искомая функция,

$$\omega_a^\alpha(x) = \left[(\alpha-1)(x-a)^{\alpha-1}\right]^{-1}, \ \alpha \succ 1$$

Проблеме исследования одномерных и многомерных интегральных уравнений типов Вольтера с неподвижными граничными и внутренними особыми точками, и особыми областями в ядре посвящены работы [1-8]. Интегральное уравнение (1) при $n = 2$ и связанное с ним вырождающиеся обыкновенные дифференциальные уравнения, были исследованы в [6]. Вырождающиеся обыкновенные дифференциальные уравнения, теснейшим образом связанное с модельным интегральным уравнением (1) в одном частном случае, были исследованы в [7].

Целью настоящей работы является доказательство того что решение модельного дифференциального уравнения являются решением соответствующего интегрального уравнения.

Интегральное уравнение (1) будем исследовать, предполагая, что $K_j(a,a) \ne 0$ $(1 \le j \le 3)$

.

Следуя [1], [2], решение интегрального уравнения (1) будем искать в классе функций $\varphi(x) \in C(\bar{\Gamma}), \varphi(a) = 0$ с асимптотическим поведением

$$\varphi(x) = o\left[(x-a)^{\gamma_1}\right], \gamma_1 \succ n(\alpha-1)+1 \text{ при } x \to a. \tag{2}$$

Интегральное уравнение (1) при $K_j(x,t) = 0, \ j = 1,2,3,...,n$ было исследовано в [1], [2].

Интегральное уравнение (1) представим в следующем виде

$$\varphi(x) + \sum_{j=1}^{3} \int_a^x \left[K_j(a,a)\left(\omega_a^\alpha(x) - \omega_a^\alpha(t)\right)^{j-1} \right] \frac{\varphi(t)dt}{(t-a)^\alpha} = f_1(x), \tag{3}$$

$$f_1(x) = f(x) - \sum_{j=1}^{3} \int_a^x \left[K_j(x,t) - K_j(a,a)\left(\omega_a^\alpha(x) - \omega_a^\alpha(t)\right)^{j-1} \right] \frac{\varphi(t)dt}{(t-a)^\alpha}, \tag{4}$$

Интегральное уравнение (3) назовем характеристическим интегральным уравнением, соответствующим общему уравнению (1).

Таким образом, задача сводится к изучению следующего характеристического уравнения

$$\varphi(x) + \sum_{j=1}^{3} \int_a^x \left[A_j\left(\omega_a^\alpha(x) - \omega_a^\alpha(t)^{j-1}\right) \right] \frac{\varphi(t)dt}{(t-a)^\alpha} = f(x), \tag{5}$$

где A_j $(1 \le j \le 3)$ – известные постоянные.

Предположим, что решение интегрального уравнения (1) существует и принадлежит классу $C^3(\Gamma)$. Кроме того, предположим что $f(x) \in C^3(\Gamma)$.

Дифференцируя обе части уравнения (5) три раза и каждый раз умножая на $(x-a)^{\alpha}$, приходим к решению следующего вырождающегося обыкновенного дифференциального уравнения 3-го порядка

$$\left(D_{\alpha}^{x}\right)^{3}(\omega(x))+A_{1}\left(D_{\alpha}^{x}\right)^{2}(\omega(x))-A_{2}\left(D_{\alpha}^{x}\right)(\omega(x))+2A_{3}\omega(x)=\left(D_{\alpha}^{x}\right)^{3}(f(x)). \qquad (6)$$

Решение однородного уравнения (6) как в [1]- [6] будем искать в виде $\varphi(x)=exp\left[-\lambda\omega_{a}^{\alpha}(x)\right]$. Тогда $\left(D_{\alpha}^{x}\right)^{j}(\omega(x))=\lambda^{j}exp\left[-\lambda\omega_{a}^{\alpha}(x)\right],(1\le j\le 3)$.

Подставляя эти значения $\left(D_{\alpha}^{x}\right)^{j}(\omega(x))$ $(1\le j\le 3)$ в однородное уравнение (6), после сокращая на $exp\left[-\lambda\omega_{a}^{\alpha}(x)\right]$ приходим к решению следующего алгебраического уравнения

$$\lambda^{3}+A_{1}\lambda^{2}-A_{2}\lambda+2A_{3}=0. \qquad (7)$$

Теорема 1. Пусть в уравнении (5) параметры A_{j} $(1\le j\le 3)$ такие, что корни характеристического уравнения (7) вещественные, разные и положительные. Функция $f(x)\in C(\overline{\Gamma}),\ f(a)=0$ с асимптотическим поведением

$$f(x)=o\left[exp\left[-\lambda\omega_{a}^{\alpha}(x)\right](x-a)^{\delta_{1}}\right],\ \delta_{1}\succ 2(\alpha-1),\ \lambda=max(\lambda_{1},\lambda_{2},\lambda_{3})\ \text{при}\ x\to a \qquad (8)$$

Тогда интегральное уравнение (5) всегда разрешимо и его общее решение содержить 3 произвольных постоянных и дается при помощи следующей формулы

$$\varphi(x)=C_{1}exp\left[-\lambda_{1}\omega_{a}^{\alpha}(x)\right]+C_{2}exp\left[-\lambda_{2}\omega_{a}^{\alpha}(x)\right]+C_{3}exp\left[-\lambda_{3}\omega_{a}^{\alpha}(x)\right]+f(x)-$$

$$+\frac{\lambda_{1}^{3}(\lambda_{3}-\lambda_{2})}{\Delta}\int_{a}^{x}exp\left[\lambda_{1}((\omega_{a}^{\alpha}(t)-\omega_{a}^{\alpha}(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^{\alpha}}+\frac{\lambda_{2}^{3}(\lambda_{1}-\lambda_{3})}{\Delta}\int_{a}^{x}exp\left[\lambda_{2}((\omega_{a}^{\alpha}(t)-\omega_{a}^{\alpha}(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^{\alpha}}+$$

$$+\frac{\lambda_{3}^{3}(\lambda_{2}-\lambda_{1})}{\Delta}\int_{a}^{x}exp\left[\lambda_{3}((\omega_{a}^{\alpha}(t)-\omega_{a}^{\alpha}(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^{\alpha}}\equiv K_{1}\left[C_{1},C_{2},C_{3},f(x)\right] \qquad (9)$$

где $C_{1},C_{2},C_{3}-$ произвольные постоянные,

$$\Delta=\begin{vmatrix}1 & 1 & 1\\ \lambda_{1} & \lambda_{2} & \lambda_{3}\\ \lambda_{1}^{2} & \lambda_{2}^{2} & \lambda_{3}^{2}\end{vmatrix}.$$

Докажем, что функция вида

$$\varphi_{1}(x)=f(x)+\frac{\lambda_{1}^{3}(\lambda_{3}-\lambda_{2})}{\Delta}\int_{a}^{x}exp\left[\lambda_{1}((\omega_{a}^{\alpha}(t)-\omega_{a}^{\alpha}(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^{\alpha}}+$$

$$+\frac{\lambda_{2}^{3}(\lambda_{1}-\lambda_{3})}{\Delta}\int_{a}^{x}exp\left[\lambda_{2}((\omega_{a}^{\alpha}(t)-\omega_{a}^{\alpha}(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^{\alpha}}+\frac{\lambda_{3}^{3}(\lambda_{2}-\lambda_{1})}{\Delta}\int_{a}^{x}exp\left[\lambda_{3}((\omega_{a}^{\alpha}(t)-\omega_{a}^{\alpha}(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^{\alpha}} \qquad (10)$$

является частным решением неоднородного уравнения (5) по теореме 1.

Пусть частное решение уравнения (5) существует и представимо в виде (10). Тогда подставляя значение $\varphi_{1}(x)$ из формулы (10) в формулы (5), имеем:

$$f(x)+\frac{\lambda_{1}^{3}(\lambda_{3}-\lambda_{2})}{\Delta}\int_{a}^{x}exp\left[\lambda_{1}((\omega_{a}^{\alpha}(t)-\omega_{a}^{\alpha}(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^{\alpha}}+$$

$$+\frac{\lambda_{2}^{3}(\lambda_{1}-\lambda_{3})}{\Delta}\int_{a}^{x}exp\left[\lambda_{2}((\omega_{a}^{\alpha}(t)-\omega_{a}^{\alpha}(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^{\alpha}}+\frac{\lambda_{3}^{3}(\lambda_{2}-\lambda_{1})}{\Delta}\int_{a}^{x}exp\left[\lambda_{3}((\omega_{a}^{\alpha}(t)-\omega_{a}^{\alpha}(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^{\alpha}}+$$

$$+\int_{a}^{x}\left[A_{1}+A_{2}\left(\omega_{a}^{\alpha}(x)-\omega_{a}^{\alpha}(\mathrm{t})\right)+A_{3}\left(\omega_{a}^{\alpha}(x)-\omega_{a}^{\alpha}(\mathrm{t})\right)^{2}\right]\left(f(t)+\frac{\lambda_{1}^{3}(\lambda_{3}-\lambda_{2})}{\Delta}\int_{a}^{t}exp\left[\lambda_{1}((\omega_{a}^{\alpha}(\tau)-\omega_{a}^{\alpha}(t))\right]\frac{f(\tau)d\tau}{(\tau-a)^{\alpha}}\right.$$

$$+\frac{\lambda_2^3(\lambda_1-\lambda_3)}{\Delta}\int_a^t exp\left[\lambda_2((\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t))\right]\frac{f(\tau)d\tau}{(\tau-a)^\alpha}+$$

$$+\frac{\lambda_3^3(\lambda_2-\lambda_1)}{\Delta}\int_a^t exp\left[\lambda_3((\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t))\right]\frac{f(\tau)d\tau}{(\tau-a)^\alpha}\Bigg)\frac{dt}{(t-a)^\alpha}=f(x).$$

Сокращая обе стороны полученного равенства на $f(x)$, получим:

$$\frac{\lambda_1^3(\lambda_3-\lambda_2)}{\Delta}\int_a^x exp\left[\lambda_1((\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\frac{\lambda_2^3(\lambda_1-\lambda_3)}{\Delta}\int_a^x exp\left[\lambda_2((\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+\frac{\lambda_3^3(\lambda_2-\lambda_1)}{\Delta}\int_a^x exp\left[\lambda_3((\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\int_a^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\frac{\lambda_1^3(\lambda_3-\lambda_2)}{\Delta}\left[\int_a^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\int_a^t exp\left[\lambda_1((\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t))\right]\frac{f(\tau)d\tau}{(\tau-a)^\alpha}\right]\frac{dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\frac{\lambda_2^3(\lambda_1-\lambda_3)}{\Delta}\left[\int_a^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\int_a^t exp\left[\lambda_2((\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t))\right]\frac{f(\tau)d\tau}{(\tau-a)^\alpha}\right]\frac{dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\frac{\lambda_3^3(\lambda_2-\lambda_1)}{\Delta}\left[\int_a^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\int_a^t exp\left[\lambda_3((\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t))\right]\frac{f(\tau)d\tau}{(\tau-a)^\alpha}\right]\frac{dt}{(t-a)^\alpha}=0.$$

Согласно формулы Дирихле имеем:

$$\frac{\lambda_1^3(\lambda_3-\lambda_2)}{\Delta}\int_a^x exp\left[\lambda_1((\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\frac{\lambda_2^3(\lambda_1-\lambda_3)}{\Delta}\int_a^x exp\left[\lambda_2((\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+\frac{\lambda_3^3(\lambda_2-\lambda_1)}{\Delta}\int_a^x exp\left[\lambda_3((\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\int_a^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\frac{\lambda_1^3(\lambda_3-\lambda_2)}{\Delta}\left[\int_a^x\frac{f(\tau)d\tau}{(\tau-a)^\alpha}\int_\tau^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]exp\left[\lambda_1((\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t))\right]\right]\frac{dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\frac{\lambda_2^3(\lambda_1-\lambda_3)}{\Delta}\left[\int_a^x\frac{f(\tau)d\tau}{(\tau-a)^\alpha}\int_\tau^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]exp\left[\lambda_2((\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t))\right]\right]\frac{dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\frac{\lambda_3^3(\lambda_2-\lambda_1)}{\Delta}\int_a^x\frac{f(\tau)d\tau}{(\tau-a)^\alpha}\int_\tau^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\times$$

$$\times exp\left[\lambda_3((\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t))\right]\frac{dt}{(t-a)^\alpha}=0\quad. \tag{11}$$

Вычислим следующий интеграл:

$$I_j(x,\tau,\lambda)=\left[\int_\tau^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]exp\left[\lambda_j((\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t))\right]\right]\frac{dt}{(t-a)^\alpha},$$

где $j=1,2,3$.

$$I_j(x,\tau,\lambda)=\frac{A_1}{\lambda_j}exp\left[\lambda_j((\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(x))\right]-\frac{1}{\lambda_j}\left(A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)\right)^2+$$

$$-\frac{A_2}{\lambda_j^{\,2}}exp\left[\lambda_j((\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(x))\right]+\frac{1}{\lambda_j^{\,2}}\left(A_2+2A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)\right)+$$

$$+\frac{2A_3}{\lambda_j^{\,3}}\left(exp\left[\lambda_j((\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(x))\right]-1\right)\ . \qquad (12)$$

Подставляя (12) в (11) получим:

$$\frac{\lambda_1^3(\lambda_3-\lambda_2)}{\Delta}\int_a^x exp\left[\lambda_1((\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\frac{\lambda_2^3(\lambda_1-\lambda_3)}{\Delta}\int_a^x exp\left[\lambda_2((\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$\frac{\lambda_3^3(\lambda_2-\lambda_1)}{\Delta}\int_a^x exp\left[\lambda_3((\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\int_a^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}-$$

$$-\int_a^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\frac{(\lambda_3-\lambda_2)}{\Delta}\int_a^x\left(A_1\lambda_1^{\,2}-A_2\lambda_1+2A_3\right)exp\left[\lambda_1((\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\frac{(\lambda_1-\lambda_3)}{\Delta}\int_a^x\left(A_1\lambda_2^{\,2}-A_2\lambda_2+2A_3\right)exp\left[\lambda_2((\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\frac{(\lambda_2-\lambda_1)}{\Delta}\int_a^x\left(A_1\lambda_3^{\,2}-A_2\lambda_3+2A_3\right)exp\left[\lambda_3((\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}=0\ . \qquad (13)$$

Так как $A_1\lambda_1^{\,2}-A_2\lambda_1+2A_3=-\lambda_1^{\,3}$, $A_1\lambda_2^{\,2}-A_2\lambda_2+2A_3=-\lambda_2^{\,3}$, $A_1\lambda_3^{\,2}-A_2\lambda_3+2A_3=-\lambda_3^{\,3}$ подставляя в (13) имеем:

$$\frac{\lambda_1^3(\lambda_3-\lambda_2)}{\Delta}\int_a^x exp\left[\lambda_1((\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\frac{\lambda_2^3(\lambda_1-\lambda_3)}{\Delta}\int_a^x exp\left[\lambda_2((\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$\frac{\lambda_3^3(\lambda_2-\lambda_1)}{\Delta}\int_a^x exp\left[\lambda_3((\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\int_a^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}-$$

$$-\int_a^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}-$$

$$-\frac{\lambda_1^3(\lambda_3-\lambda_2)}{\Delta}\int_a^x exp\left[\lambda_1((\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}-\frac{\lambda_2^3(\lambda_1-\lambda_3)}{\Delta}\int_a^x exp\left[\lambda_2((\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}-$$

$$-\frac{\lambda_3^3(\lambda_2-\lambda_1)}{\Delta}\int_a^x exp\left[\lambda_3((\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x))\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}=0\,,$$

$$0=0\,.$$

Отсюда следует, что функция вида (10) является частным решением уравнения (5).

Теорема 2. Пусть в уравнении (5) параметры A_j $(1 \le j \le 3)$ такие, что корни характеристического уравнения (7) вещественные, равные и положительные. Функция $f(x) \in C(\overline{\Gamma}),\ f(a) = 0$ с асимптотическим поведением

$$f(x) = o\left[exp\left[-\lambda\omega_a^\alpha(x)\right](x-a)^{\delta_9}\right], \delta_9 \succ 3(\alpha-1), \lambda = max \text{ при } x \to a \qquad (14)$$

Тогда интегральное уравнение (5) всегда разрешимо и его общее решение дается при помощи следующей формулы

$$\varphi(x) = \left(C_1 + C_2\omega_a^\alpha(x) + C_3(\omega_a^\alpha(x))^2\right)exp\left[-\lambda\omega_a^\alpha(x)\right] + f(x) +$$

$$+\frac{1}{2}\int_a^x\left(\lambda^3\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)^2 + 6\lambda^2\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right) + 6\lambda\right)exp\left[\lambda\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}, \quad (15)$$

где C_1, C_2, C_3 – произвольные постоянные.

Докажем, что функция вида

$$\varphi_1(x) = f(x) + \frac{1}{2}\int_a^x\left(\lambda^3\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)^2 + 6\lambda^2\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right) + 6\lambda\right)exp\left[\lambda\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha} \quad (16)$$

является частным решением неоднородного уравнения (5) по теореме 2.

Пусть частное решение уравнения (5) существует и представимо в виде (16). Тогда подставляя значение $\varphi_1(x)$ из формулы (16) в формулы (5), имеем:

$$f(x) + \frac{1}{2}\int_a^x\left(\lambda^3\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)^2 + 6\lambda^2\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right) + 6\lambda\right)exp\left[\lambda\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha} +$$

$$+\int_a^x\left[A_1 + A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right) + A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\left[f(t) + \frac{1}{2}\int_a^t\left(\lambda^3\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)^2 +\right.\right.$$

$$\left.\left.+6\lambda^2\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right) + 6\lambda\right)exp\left[\lambda\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]\frac{f(\tau)dt}{(\tau-a)^\alpha}\right]\frac{dt}{(t-a)^\alpha} = f(x).$$

Сокращая обе стороны полученного равенства на $f(x)$, получим:

$$\frac{1}{2}\int_a^x\left(\lambda^3\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)^2 + 6\lambda^2\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right) + 6\lambda\right)exp\left[\lambda\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha} +$$

$$+\int_a^x\left[A_1 + A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right) + A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha} +$$

$$+\frac{1}{2}\int_a^x\left[A_1 + A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right) + A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\int_a^t\left(\lambda^3\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)^2 +\right.$$

$$\left.+6\lambda^2\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right) + 6\lambda\right)exp\left[\lambda\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]\frac{f(\tau)dt}{(\tau-a)^\alpha}\Bigg]\frac{dt}{(t-a)^\alpha} = 0.$$

Согласно формуле Дирихле, имеем:

$$\frac{1}{2}\int_a^x\left(\lambda^3\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)^2 + 6\lambda^2\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right) + 6\lambda\right)exp\left[\lambda\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha} +$$

$$+\int_a^x\left[A_1 + A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right) + A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha} +$$

$$+\frac{1}{2}\int_a^x\frac{f(\tau)d\tau}{(\tau-a)^\alpha}\int_\tau^x\left[A_1 + A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right) + A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\left(\lambda^3\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)^2 +\right.$$

$$+6\lambda^2\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)+6\lambda\Big)exp\left[\lambda\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{dt}{(t-a)^\alpha}=0\ , \qquad (17)$$

$$\frac{1}{2}\int_a^x\Big(\lambda^3\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)^2+6\lambda^2\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)+6\lambda\Big)exp\left[\lambda\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\int_a^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\frac{1}{2}\int_a^x\frac{f(\tau)d\tau}{(\tau-a)^\alpha}\int_\tau^x\left[A_1I_1(x,\tau)+A_2I_2(x,\tau)+A_3I_3(x,\tau)\right]=0\,. \qquad (18)$$

Вычислим следующие интегралы:

$$I_1(x,\tau)=\int_\tau^x\Big(\lambda^3\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)^2+6\lambda^2\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)+6\lambda\Big)exp\left[\lambda\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]\frac{dt}{(t-a)^\alpha}\,,$$

$$I_2(x,\tau)=\int_\tau^x\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(t)\right)\Big(\lambda^3\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)^2+6\lambda^2\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)+6\lambda\Big)exp\left[\lambda\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]\frac{dt}{(t-a)^\alpha}$$

$$I_3(x,\tau)=\int_\tau^x\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(t)\right)^2\Big(\lambda^3\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)^2+6\lambda^2\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)+6\lambda\Big)exp\left[\lambda\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]\frac{dt}{(t-a)^\alpha}\,.$$

Тогда получаем что

$$I_1(x,\tau)=\Big(\lambda^2\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(x)\right)^2+4\lambda\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(x)\right)+2\Big)exp\left[\lambda\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]-2\,,$$

$$I_2(x,\tau)=-\Big(\lambda\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(x)\right)^2+2\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(x)\right)\Big)exp\left[\lambda\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]-2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\tau)\right)$$

$$I_3(x,\tau)=2\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(x)\right)^2exp\left[\lambda\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]-2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\tau)\right)^2$$

или

$$A_1I_1(x,\tau)+A_2I_2(x,\tau)+A_3I_3(x,\tau)=\left(A_1\lambda^2-A_2\lambda+2A_3\right)\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(x)\right)^2exp\left[\lambda\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]+$$
$$+\left(4A_1\lambda-2A_2\right)\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(x)\right)exp\left[\lambda\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]-$$
$$-2\Big(A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)\Big)\,. \qquad (19)$$

Из того что корни характеристического уравнения вещественные и равные, тогда $A_1=-3\lambda$, $A_2=-3\lambda^2$ и $A_3=-\dfrac{\lambda^3}{2}$. Подставляя эти значения в (19) получим:

$$A_1I_1(x,\tau)+A_2I_2(x,\tau)+A_3I_3(x,\tau)=-\Big(\lambda^3\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(x)\right)^2+6\lambda^2\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(x)\right)+$$
$$+6\lambda\Big)exp\left[\lambda\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]-2\Big(A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)\Big)\,. \qquad (20)$$

Подставляя (20) в (18) получим:

$$\frac{1}{2}\int_a^x\Big(\lambda^3\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)^2+6\lambda^2\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)+6\lambda\Big)exp\left[\lambda\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\int_a^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}-$$

$$-\int_a^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}-$$

$$-\frac{1}{2}\int_a^x\Big(\lambda^3\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)^2+6\lambda^2\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)+6\lambda\Big)exp\left[\lambda\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}=0\,,$$

$$0=0\,.$$

Отсюда следует, что функция вида (16) является частным решением уравнения (5).

Теорема 3. Пусть в уравнении (5) параметры A_j $(1 \le j \le 3)$ такие, что двух из корней характеристического уравнения (7) вещественные, равные и положительные и один вещественное и положительное. Функция $f(x) \in C(\overline{\Gamma}),\ f(a) = 0$ с асимптотическим поведением

$$f(x) = o\left[exp\left[-\lambda\omega_a^\alpha(x)\right](x-a)^{\delta_{11}}\right], \delta_{11} \succ 2(\alpha-1), \lambda = max(\lambda_1, \lambda_2) \text{ при } x \to a. \quad (21)$$

Тогда интегральное уравнение (5) всегда разрешимо и его общее решение дается при помощи формулы

$$\varphi(x) = \left(C_1(x) + C_2(x)\omega_a^\alpha(x)\right)exp\left[-\lambda_1\omega_a^\alpha(x)\right] + C_3(x)exp\left[-\lambda_2\omega_a^\alpha(x)\right] + f(x) +$$

$$+\frac{1}{\lambda_1-\lambda_2}\int_a^x\left(\lambda_1^3\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)+3\lambda_1^2\right)exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha} -$$

$$-\frac{1}{(\lambda_1-\lambda_2)^2}\int_a^x\lambda_1^3 exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha} + \frac{1}{(\lambda_1-\lambda_2)^2}\int_a^x\lambda_2^3 exp\left[\lambda_2\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}, \quad (22)$$

где C_1, C_2, C_3 – произвольные постоянные.

Теперь, докажем, что функция

$$\varphi_1(x) = f(x) + \frac{1}{\lambda_1-\lambda_2}\int_a^x\left(\lambda_1^3\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)+3\lambda_1^2\right)exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha} -$$

$$-\frac{1}{(\lambda_1-\lambda_2)^2}\int_a^x\lambda_1^3 exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha} + \frac{1}{(\lambda_1-\lambda_2)^2}\int_a^x\lambda_2^3 exp\left[\lambda_2\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha} \quad (23)$$

является частным решением неоднородного уравнения (5) по теореме 3.

Пусть частное решение уравнения (5) существует и представимо в виде (23). Тогда подставляя значение $\varphi_1(x)$ из формулы (23) в формулы (5), имеем:

$$f(x) + \frac{1}{\lambda_1-\lambda_2}\int_a^x\left(\lambda_1^3\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)+3\lambda_1^2\right)exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha} -$$

$$-\frac{1}{(\lambda_1-\lambda_2)^2}\int_a^x\lambda_1^3 exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha} + \frac{1}{(\lambda_1-\lambda_2)^2}\int_a^x\lambda_2^3 exp\left[\lambda_2\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha} +$$

$$+\int_a^x\left[A_1 + A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right) + A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\left[f(t) + \frac{1}{\lambda_1-\lambda_2}\int_a^t\left(\lambda_1^3\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)+3\lambda_1^2\right)\times\right.$$

$$\times exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha} - \frac{1}{(\lambda_1-\lambda_2)^2}\int_a^t\lambda_1^3 exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha} +$$

$$\left.+\frac{1}{(\lambda_1-\lambda_2)^2}\int_a^t\lambda_2^3 exp\left[\lambda_2\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}\right]\frac{dt}{(t-a)^\alpha} = f(x).$$

Сокращая обе стороны полученного равенства на $f(x)$, получим:

$$\frac{1}{\lambda_1-\lambda_2}\int_a^x\left(\lambda_1^3\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)+3\lambda_1^2\right)exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha} -$$

$$-\frac{1}{(\lambda_1-\lambda_2)^2}\int_a^x\lambda_1^3 exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha} + \frac{1}{(\lambda_1-\lambda_2)^2}\int_a^x\lambda_2^3 exp\left[\lambda_2\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha} +$$

$$+\int_a^x\left[A_1 + A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right) + A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha} +$$

$$+\int_a^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\left[\frac{1}{\lambda_1-\lambda_2}\int_a^t\left(\lambda_1{}^3\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)+3\lambda_1{}^2\right)\times\right.$$

$$\times exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}-\frac{1}{(\lambda_1-\lambda_2)^2}\int_a^t\lambda_1{}^3exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$\left.+\frac{1}{(\lambda_1-\lambda_2)^2}\int_a^t\lambda_2{}^3exp\left[\lambda_2\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}\right]\frac{dt}{(t-a)^\alpha}=0\,.$$

Согласно формуле Дирихле имеем:

$$\frac{1}{\lambda_1-\lambda_2}\int_a^x\left(\lambda_1{}^3\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)+3\lambda_1{}^2\right)exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}-$$

$$-\frac{1}{(\lambda_1-\lambda_2)^2}\int_a^x\lambda_1{}^3exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+\frac{1}{(\lambda_1-\lambda_2)^2}\int_a^x\lambda_2{}^3exp\left[\lambda_2\left(\omega_a^\alpha(t)-\omega_a^\alpha(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$+\int_a^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^\alpha}+$$

$$I_1(x,\tau)=\left(-\lambda_1{}^3\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(x)\right)+2A_1\lambda_1-A_2\right)exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]-$$

$$+\frac{1}{\lambda_1-\lambda_2}\int_a^x\frac{f(\tau)d\tau}{(\tau-a)^\alpha}\int_\tau^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\left(\lambda_1{}^3\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)+3\lambda_1{}^2\right)\times$$

$$\times exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]\frac{dt}{(t-a)^\alpha}-\frac{\lambda_1{}^3}{(\lambda_1-\lambda_2)^2}\int_a^x\frac{f(\tau)d\tau}{(\tau-a)^\alpha}\int_\tau^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\times$$

$$\times exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]\frac{dt}{(t-a)^\alpha}+\frac{\lambda_2{}^3}{(\lambda_1-\lambda_2)^2}\int_a^x\frac{f(\tau)d\tau}{(\tau-a)^\alpha}\int_\tau^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\times$$

$$\times exp\left[\lambda_2\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]\frac{dt}{(t-a)^\alpha}=0\,. \qquad (24)$$

Вычислим следующие интегралы:

$$I_1(x,\tau)=\int_\tau^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]\left(\lambda_1{}^3\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)+3\lambda_1{}^2\right)\times$$

$$\times exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]\frac{dt}{(t-a)^\alpha},$$

$$I_2(x,\tau)=\int_a^x\frac{f(\tau)d\tau}{(\tau-a)^\alpha}\int_\tau^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]\frac{dt}{(t-a)^\alpha},$$

$$I_3(x,\tau)=\int_a^x\frac{f(\tau)d\tau}{(\tau-a)^\alpha}\int_\tau^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right]exp\left[\lambda_2\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]\frac{dt}{(t-a)^\alpha}.$$

Тогда получим, что

$$-2\lambda_1\left(A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right)+A_2+2_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right),$$

$$I_2(x,\tau)=\left(\frac{A_1}{\lambda_1}-\frac{A_2}{\lambda_1{}^2}+\frac{2A_3}{\lambda_1{}^3}\right)exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^\alpha(\tau)-\omega_a^\alpha(t)\right)\right]-\frac{1}{\lambda_1}\left(A_1+A_2\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)+\right.$$

$$\left.+A_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)^2\right)+\frac{1}{\lambda_1{}^2}\left(A_2+2_3\left(\omega_a^\alpha(x)-\omega_a^\alpha(\mathrm{t})\right)\right)-\frac{2A_3}{\lambda_1{}^3},$$

$$I_3(x,\tau)=\left(\frac{A_1}{\lambda_2}-\frac{A_2}{\lambda_2^{\,2}}+\frac{2A_3}{\lambda_2^{\,3}}\right)exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^{\alpha}(\tau)-\omega_a^{\alpha}(t)\right)\right]-\frac{1}{\lambda_2}\left(A_1+A_2\left(\omega_a^{\alpha}(x)-\omega_a^{\alpha}(\mathrm{t})\right)+\right.$$

$$\left.+A_3\left(\omega_a^{\alpha}(x)-\omega_a^{\alpha}(\mathrm{t})\right)^2\right)+\frac{1}{\lambda_3^{\,2}}\left(A_2+2_3\left(\omega_a^{\alpha}(x)-\omega_a^{\alpha}(\mathrm{t})\right)\right)-\frac{2A_3}{\lambda_2^{\,3}}\ . \qquad (25)$$

Из того что двух из корней характеристического уравнения вещественные и равные и один вещественное, тогда $A_1=-\lambda_2-2\lambda_1$, $A_2=-\lambda_1^{\,2}-2\lambda_1\lambda_2$ и $A_3=-\frac{\lambda_1^{\,2}\lambda_2}{2}$.

Подставляя эти значения в (25.) после этого полученного равенства подставляя в (24) имеем:

$$\frac{1}{\lambda_1-\lambda_2}\int_a^x\left(\lambda_1^{\,3}\left(\omega_a^{\alpha}(t)-\omega_a^{\alpha}(x)\right)+3\lambda_1^{\,2}\right)exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^{\alpha}(t)-\omega_a^{\alpha}(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^{\alpha}}-$$

$$-\frac{1}{(\lambda_1-\lambda_2)^2}\int_a^x\lambda_1^{\,3}exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^{\alpha}(t)-\omega_a^{\alpha}(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^{\alpha}}+\frac{1}{(\lambda_1-\lambda_2)^2}\int_a^x\lambda_2^{\,3}exp\left[\lambda_2\left(\omega_a^{\alpha}(t)-\omega_a^{\alpha}(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^{\alpha}}+$$

$$+\int_a^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^{\alpha}(x)-\omega_a^{\alpha}(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^{\alpha}(x)-\omega_a^{\alpha}(\mathrm{t})\right)^2\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^{\alpha}}+$$

$$-\frac{1}{\lambda_1-\lambda_2}\int_a^x\left(\lambda_1^{\,3}\left(\omega_a^{\alpha}(t)-\omega_a^{\alpha}(x)\right)+3\lambda_1^{\,2}\right)exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^{\alpha}(t)-\omega_a^{\alpha}(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^{\alpha}}+$$

$$+\frac{1}{(\lambda_1-\lambda_2)^2}\int_a^x\lambda_1^{\,3}exp\left[\lambda_1\left(\omega_a^{\alpha}(t)-\omega_a^{\alpha}(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^{\alpha}}-\frac{1}{(\lambda_1-\lambda_2)^2}\int_a^x\lambda_2^{\,3}exp\left[\lambda_2\left(\omega_a^{\alpha}(t)-\omega_a^{\alpha}(x)\right)\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^{\alpha}}-$$

$$-\int_a^x\left[A_1+A_2\left(\omega_a^{\alpha}(x)-\omega_a^{\alpha}(\mathrm{t})\right)+A_3\left(\omega_a^{\alpha}(x)-\omega_a^{\alpha}(\mathrm{t})\right)^2\right]\frac{f(t)dt}{(t-a)^{\alpha}}=0\,.$$

$$0=0\,.$$

Отсюда следует, что функция вида (1.23) является частным решением уравнения (5).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Раджабов Н. Интегральные уравнения типа Вольтера с фиксированными граничными и внутренними сингулярными и сверхсингулярными ядрами и их приложения. – Душанбе, 2007. – 222 с.
2. Rajabov N. Volterra Type Integral Equation with Boundary and Interior Fixed Singularity and Super-Singularity Kernels and Their Application. Lap Lambert Academic Publishing. – Germany, 2011. – 282 p.
3. Rajabov N. Volterra Type Integral Equations with Super-Singularity Kernels. Functional Analysis in Interdisciplinary Applications, Astana, Kazakhstan, Octobar 2017, springer Proceedings in Mathematics and Statistics, volume 216. – P. 333-340.
4. Раджабов Н., Раджабова Л. Введение в теорию многомерных интегральных уравнений типа Вольтерра с фиксированными сингулярными и сверхсингулярными ядрами и их приложения. Lamberta cad emic Publishing. – Germany, 2012. – 502 p.
5. Rajabov N. About New Class of Volterra Type Integral Equations with Boundary Singularity in Kernels. In books «Advances in Applied Mathematics and Approximation Theory». – Springer, USA. – P. 41-60.
6. Раджабов Н. Об одном классе модельного сверхсингулярного интегрального уравнения, обобщающем одномерное интегральное уравнение Вольтерра с левой граничной сверхсингулярной точкой в ядре. Proceedings VII International Scientific Conference, Aktobe, 8-9 October 2015. – P. 202-205.
7. Раджабов Н., Кадиров Г.М., Сатторов А. К теории одного класса, вырождающегося обыкновенного дифференциального уравнения высших порядков. // Вестник Таджикского национального университета. – Душанбе, 2014. – №1/1(126). – С. 3-5.
8. Раджабов Н., Кадиров Г. К теории одного класса обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка с левой граничной сверхсингулярной точкой. Труды международной научной конференции по «Дифференциальным и интегральным уравнениям с сингулярными коэффициентами». – Душанбе, 2003. – С. 128-130.

ИСБОТИ ОН КИ ҲАЛЛИ МУОДИЛАИ ДИФФЕРЕНСИАЛИИ МОДЕЛӢ ҲАЛЛИ МУОДИЛАИ ИНТЕГРАЛИИ МУВОФИҚ МЕБОШАД

Дар мақола барои муодилаи интегралии намуди (5), ки барои муодилаи интегралии намуди (1) моделӣ мебошад вобаста аз решаҳои муодилаи характеристикии (7) тасвирҳои умумии интегралӣ ба воситаи доимиҳои ихтиёрӣ дар мавридҳои зерин ёфта шудааст: вақте ки решаҳои муодилаи характеристикии (7) ҳақиқию гуногун ва мусбатанд; решаҳои муодилаи характеристикӣ баробар ва мусбатанд; ду то решаҳои муодилаи характеристикии (7) ҳақиқию баробар ва яктои дигараш ҳақиқию мусбат мебошад.

КАЛИДВОЖАҲО: ҳалли хусусӣ, тасвири умумии ҳал, ядроҳои суперсингулярӣ, ҳалҳои умумӣ, муодилаҳои моделӣ, махсусияти қайдкардашудаи сарҳадӣ, ҳалҳои ғайринулии муодилаи якҷинса, муодилаи интегралии Вольтерра.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Рачабов Нусрат Рачабович, академики АМИТ, доктори илмҳои физика-математика, профессори кафедраи таҳлили математикӣ ва назарияи функсияҳои Донишгоҳи миллии Тоҷикистон.Тел.: (+992) 907-75-51-25; e-mail: nusrat38@mail.ru

Шамсудинов Файзулло Мамадуллоевич, доктори илмҳои физика-математика, дотсенти кафедраи таҳлили математикӣ ва муодилаҳои дифференсиалии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 908-84-45-03; e-mail: faizullo100@yahoo.com

Фирдавси Холмуҳаммад, докторант Phd-и Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи Абӯабдуллоҳи Рӯдакӣ. Тел.: (+992) 987-95-67-95; e-mail: shm94fs94@gmail.com

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ТОГО ЧТО РЕШЕНИЕ МОДЕЛЬНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ЯВЛЯЕТСЯ РЕШЕНИЕМ СООТВЕТСТВУЮЩЕГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ

В работе для интегрального уравнения вида (5), которое является модельным для интегрального уравнения (1), в зависимости от корней характеристического уравнения (7) найдены общие интегральные представления решений при помощи произвольных постоянных. Доказано, что что частное решение удовлетворяет неоднородного интегрального уравнения (5) в следующих случаях: когда корни характеристического уравнения (7) вещественные, разные и положительные; корни характеристического уравнения (7) вещественные, равные и положительные; такие, что двух из корней характеристического уравнения (7) вещественные, равные и положительные и один вещественное и положительное.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: частное решение, представление общее решение, суперсингулярные ядра, общее решение, модельное уравнение, граничное фиксированное сингулярность, особое интегральное уравнение типа Вольтера

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Раджабов Нусрат Раджабович, академик НАНТ, доктор физико-математических наук, профессор кафедры математического анализа и теории функций Таджикского национального университета. Тел.: (+992) 907-75-51-25; e-mail: nusrat38@mail.ru

Шамсудинов Файзулло Мамадуллоевич, доктор физико-математических наук, доцент кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 908-84-45-03; e-mail: faizullo100@yahoo.com

Фирдавси Холмухаммад, докторант Phd Кулябского государственного университета имени Абуабдуллох Рудаки. Тел.: (+992) 987-95-67-95; e-mail: shm94fs94@gmail.com

PROOF THAT DECISION OF MODEL DIFFERENTIAL EQUATION ARE THE DECISION OF CORRESPONDING INTEGRAL EQUATION

In-process for integral equation of kind (5), that is model for integral equation (1), depending on the roots of characteristic equation(7) general integral presentations of decisions are found through arbitrary permanent one.

It is well-proven that particular solution satisfies heterogeneous integral equation (5) in next cases: when the roots of characteristic equation(7) are material, different and positive; the roots of characteristic equalization(7) are material, equal and positive; such, that two from the roots of characteristic equation(7) material, equal and positive and one material and positive.

KEY WORDS: particular solution, representation manifold solution, supersingular kernels, general solution, model equation, boundary fixed singularity, Volterra-type singular integral equation.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Radzhabov Nusrat Radzhabovich, Academician of the National Academy of Science Tajikistan, doctor of physical and mathematical sciences, professor of the department of mathematical analysis and theory of functions of the Tajik National University. Phone: (+992) 907-75-51-25; e-mail: nusrat38@mail.ru

Shamsudinov Faizullo Mamadulloevich, doctor of physical and mathematical sciences, associate professor of the department of mathematical analysis and differential equations of the Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 908-84-45-03; e-mail: faizullo100@yahoo.com

Firdavsi Holmuhammad, Phd-assistant of the Kulob State University named after Abuabdullohi Rudaki. Phone: (+992) 987-95-67-95; e-mail: shm94fs94@gmail.com

КОРОТКАЯ ДВОЙНАЯ СУММА ЗНАЧЕНИЙ ХАРАКТЕРОВ ДИРИХЛЕ ОТ СДВИНУТЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ ДВУХ ЧИСЕЛ

Мирзорахимов Ш.Х.
Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава

И.М. Виноградов [1] доказал: *если q - простое нечётное, $(l,q)=1$, $\chi(a)$ - неглавный характер по модулю q, тогд*

$$T(\chi)=\sum_{p\le x}\chi(p-l)\ll x^{1+\varepsilon}\left(\sqrt{\frac{1}{q}+\frac{q}{x}}+x^{-\frac{1}{6}}\right). \qquad (1)$$

При $x\gg q^{1+\varepsilon}$ эта оценка нетривиальна и из нее следует *асимптотическая формула для числа квадратичных вычетов (невычетов) $mod q$ вида $p-l$, $p\le x$*. Затем И.М. Виноградов [2] получил нетривиальную оценку $T(\chi)$ при $x\ge q^{0,75+\varepsilon}$, q - простое. А.А. Карацуба [3] получил новую оценку $T(\chi)$, нетривиальную уже при $x\ge q^{0,5+\varepsilon}$.

З.Х. Рахмонов [4-6] обобщил оценку (1) на случай составного модуля и доказал: *пусть D – достаточно большое натуральное число, χ - неглавный характер по модулю D, χ_q - примитивный характер, порожденный характером χ, тогда*

$$T(\chi)\le x\ln^5 x\left(\sqrt{\frac{1}{q}+\frac{q}{x}\tau^2(q_1)}+x^{-\frac{1}{6}}\tau(q_1)\right),\qquad q_1=\prod_{p\backslash D,p\not| q}p \qquad (2)$$

Если характер χ совпадает со своим порождающим примитивным характером χ_q, то оценка (2) нетривиальна при $x>q(\ln q)^{13}$. Дж.Б. Фридландер, К. Гонг, И.Е. Шпарлинский [7] для составного q получили нетривиальную оценку $T(\chi_q)$ при $x\ge q^{\lambda+\varepsilon}$, $\lambda=\frac{8}{9}$. Наилучший результат в этой задаче принадлежит З.Х. Рахмонову [8-10]. Для составного q, он доказал нетривиальную оценку $T(\chi_q)$ с показателем $\lambda=\frac{5}{6}$.

Дальнейшее продвижение в этой задаче в частности зависит от существовании при $M\ge q^{\lambda+\varepsilon}$ нетривиальных оценок коротких двойных сумм вида

$$W=\sum_{M<m\le 2M}a_m\sum_{N<n\le\min(xm^{-1},2N),(mn,q)=1}b_n\chi_q(mn-l),\quad (l,q)=1,$$

где a_m и b_n функции натурального аргумента такие, что $|a_m|\le\tau^c(m)$ и $|b_n|\le\tau^c(m)$, c – положительное фиксированное число не всё время одно и то же, χ_q – примитивный характер по модулю q.

Пусть x, M, N, l - целые числа, $(l,q)=1$, θ - фиксированное число, $M\ge q^{\frac{1}{2}+2\delta+2\delta\theta+\frac{2}{\theta\sqrt{\mathcal{L}}}}$, $N\ge q^{\theta}$, a_m и b_n функции натурального аргумента такие, что $|a_m|\le\tau^c(m)$, где c – произвольное положительное фиксированное число, не всё время одно и то же, и $|b_n|\le B$. Тогда справедлива оценка

$$W=\sum_{M<m\le 2M}a_m\sum_{N<n\le\min(xm^{-1},2N),(mn,q)=1}b_n\chi(mn-l)\ll BMNq^{-\delta\theta}\exp\left(-1{,}5\sqrt{\mathcal{L}}\right).$$

Доказательство. Обозначая внутреннюю сумму W через $B(m)$ имеем,

$$W=\sum_{M<m\le 2M}a_mB(m),$$

$$B(m)=\sum_{N<n\le\min(xm^{-1},2N),\ (mn,q)=1}b_n\chi(mn-l).$$

Преобразуем $B(m)$ так, чтобы интервал суммирования внутренней суммы не зависел от m. Имеем равенство

$$B(m)=\sum_{N<n\le 2N_{(n,q)=1}} b_n\chi_q(mn-l)\sum_{N<r\le\min(xm^{-1},2N)}\frac{1}{q}\sum_{k=0}^{q-1}e\left(\frac{k(n-r)}{q}\right)=$$

$$=\frac{1}{q}\sum_{k=0}^{q-1}\sum_{N<n\le 2N_{(n,q)=1}} b_n\chi_q(mn-l)e\left(\frac{kn}{q}\right)\sum_{N<r\le\min(xm^{-1},2N)}e\left(-\frac{kr}{q}\right)=$$

$$=\frac{1}{q}\sum_{k=0}^{q-1}B(k,m)\sum_{N<r\le\min(xm^{-1},2N)}e\left(-\frac{kr}{q}\right),$$

$$B(k,m)=\sum_{N<n\le 2N_{(n,q)=1}} b_n\chi_q(mn-l)e\left(\frac{kn}{q}\right).$$

Далее, обозначая $N'=\min([xm^{-1}],2N)$, выделяя слагаемое с $k=0$ и суммируя затем по r, получаем

$$B(m)=\frac{N'-N}{q}B(0,m)+\frac{1}{q}\sum_{k=1}^{q-1}\frac{B(k,m)\left(\frac{\sin\left(\pi k(N'-N)\right)}{q}\right)}{\frac{\sin\pi k}{q}}e\left(-\frac{k(N'+1+N)}{2q}\right).$$

Переходя к неравенствам, имеем

$$|B(m)|\le\frac{N|B(0,m)|}{q}+\frac{1}{q}\sum_{k=1}^{q-1}\frac{|B(k,m)|}{\left|\sin\frac{\pi k}{q}\right|}=$$

$$=\frac{N|B(0,m)|}{q}+\frac{1}{q}\sum_{k\le[q/2]}\frac{|B(k,m)|}{\left|\sin\frac{\pi(k+1)}{q}\right|}+\frac{1}{q}\sum_{q/2<k\le q-1}\frac{|B(k,m)|}{\left|\sin\frac{\pi(q-k)}{q}\right|}.$$

Далее, воспользовавшись условием $N<q$, неравенством $\sin\pi\alpha\ge\alpha$ при $0\le\alpha\le 0{,}5$, получаем

$$|B(m)|\le|B(0,m)|+\sum_{k\le[q/2]}\frac{|B(k,m)|}{k+1}+\sum_{q/2<k\le q-1}\frac{|B(k,m)|}{q-k}\le$$

$$\le|B(0,m)|+\sum_{k=1}^{q-1}\frac{|B(k,m)|}{k+1}+\sum_{k=1}^{q-1}\frac{|B(k,m)|}{q-k}.$$

Применяя неравенство $\frac{1}{k}\le\frac{2}{k+1}$, $k\ge 1$ - целое, имеем

$$|B(m)|\le\sum_{k=0}^{q-1}\frac{2|B(k,m)|}{k+1}+\sum_{k=0}^{q-1}\frac{2|B(k,m)|}{q-k}=2\sum_{k=0}^{q-1}\left(\frac{1}{k+1}+\frac{1}{q-k}\right)|B(k,m)|.$$

Таким образом,

$$|W|=\left|\sum_{M<m\le 2M}a_mB(m)\right|\le\sum_{M<m\le 2M}|a_m|\left(2\sum_{k=0}^{q-1}\left(\frac{1}{k+1}+\frac{1}{q-k}\right)|B(k,m)|\right)$$

$$= 2\sum_{k=0}^{q-1}\left(\frac{1}{k+1}+\frac{1}{q-k}\right)W(k), \quad W(k) = \sum_{M<m\le 2M_{(m,q)=1}} |a_m||B(k,m)|. \quad (3)$$

Возьмём $r = [(2\theta)^{-1}] + 1$, и возведём $W(k)$ в степень r, и воспользуемся неравенством Гёльдера, полагая в нём

$$\nu = m, \quad a_\nu = |a_m|, \quad b_\nu = |B(k,m)|,$$

с учётом

$$\sum_{M<m\le 2M_{(m,q)=1}} |a_m| \le \sum_{M<m\le 2M} \tau^c(m) \ll M\mathcal{L}^c,$$

получаем

$$W^r(k) = \left(\sum_{M<m\le 2M,(m,q)=1} |a_m||B(k,m)|\right)^r \le$$

$$\le \left(\sum_{M<m\le 2M\ (m,q)=1} |a_m|\right)^{r-1} \sum_{M<m\le 2M\ (m,q)=1} |a_m||B(k,m)|^r \ll$$

$$\ll (M\mathcal{L}^c)^{r-1} \sum_{M<m\le 2M,(m,q)=1} |a_m||B(k,m)|^r.$$

Возведём обе части последнего неравенства в квадрат, применяя неравенство Коши, и полагая в нём

$$\nu = m, \quad a_\nu = |a_m|, \quad b_\nu = |B(k,m)|,$$

найдём

$$W^{2r}(k) \ll (M\mathcal{L}^c)^{2r-2}\left(\sum_{M<m\le 2M,(m,q)=1} |a_m||B(k,m)|^r\right)^2 \ll$$

$$\ll (M\mathcal{L}^c)^{2r-2} \sum_{M<m\le 2M_{(m,q)=1}} |a_m|^2 \sum_{M<m\le 2M,(m,q)=1} |B(k,m)|^{2r} \ll$$

$$\ll (M\mathcal{L}^c)^{2r-1} \sum_{m=0,(m,q)=1}^{q-1} |B(k,m)|^{2r}.$$

Далее, воспользовавшись явным выражением $B(k,m)$, а также имея в виду, что если m пробегает приведённую систему вычетов по модулю q, то lm^{-1} также пробегает приведённую систему вычетов по модулю q, получим

$$W^{2r}(k) \le (M\mathcal{L}^c)^{2r-1} \sum_{m=0\ (m,q)=1}^{q-1} \left|\sum_{N<n\le 2N\ (n,q)=1} b_n\chi_q(n-lm^{-1})e\left(\frac{kn}{q}\right)\right|^{2r} =$$

$$= (M\mathcal{L}^c)^{2r-1} \sum_{m=0}^{q-1} \sum_{(m,q)=1} \left| \sum_{N<n\le 2N \ (n,q)=1} b_n \chi_q(n-m) e\left(\frac{kn}{q}\right) \right|^{2r} \le$$

$$\le (M\mathcal{L}^c)^{2r-1} \sum_{\lambda=0}^{q-1} \left| \sum_{N<n\le 2N,(n,q)=1} b_n \chi_q(n+\lambda) e\left(\frac{kn}{q}\right) \right|^{2r}.$$

Для оценки последней суммы воспользуемся следующей леммой доказательство которой проводится как доказательства леммы 8 работы [11], но только вместе леммы 7 этой работы используется лемма 8 работы [12].

Пусть r - произвольное фиксированное натуральное число, Z - натуральное число, q - число, свободное от кубов, k – натуральное число и $0 \le k \le q-1$. Тогда справедливо соотношение

$$\sum_{\lambda=0}^{q-1} \left| \sum_{1\le z\le Z} \chi_q(\lambda+z) e\left(-\frac{kz}{q}\right) \right|^{2r} \le c_1 \left(Z^r q + Z^{2r} q^{\frac{1}{2}+\delta} \right),$$

где постоянная $c_1 = c_1(r,\delta)$ зависит только от r и δ.

И условиями $|b_n| \le B$ и $MN < x$, найдём

$$W^{2r}(k) \ll (M\mathcal{L}^c)^{2r-1} \cdot B^{2r} \left(N^r q + N^{2r} q^{\frac{1}{2}+\delta} \right) =$$

$$= B^{2r} (MN)^{2r} \mathcal{L}^{(2r-1)c} \left(\frac{q}{MN^r} + \frac{q^{\frac{1}{2}+\delta}}{M} \right).$$

Отсюда следует неравенство

$$W^{2r} \ll B^{2r} (MN)^{2r} \left(\frac{q}{MN^r} + \frac{q^{\frac{1}{2}+\delta}}{M} \right) \mathcal{L}^{2rc}.$$

Далее, воспользовавшись соотношениями

$$M \ge q^{\frac{1}{2}+2\delta+2\delta\theta+\frac{2}{\theta\sqrt{\mathcal{L}}}}, \quad N \ge q^{\theta}, \quad MN < x \le 4MN, \quad 1 < 2r\theta \le 1+2\theta,$$

последовательно получаем оценку

$$W \ll BMN\mathcal{L}^c \left(\frac{q}{MN^r} + \frac{q^{\frac{1}{2}+\delta}}{M} \right)^{\frac{1}{2r}} \le$$

$$\le BMN\mathcal{L}^c \left(\frac{q}{q^{\frac{1}{2}+r\theta+2\delta+2\delta\theta+\frac{2}{\theta\sqrt{\mathcal{L}}}}} + \frac{q^{\frac{1}{2}+\delta}}{q^{\frac{1}{2}+2\delta+2\delta\theta+\frac{2}{\theta\sqrt{\mathcal{L}}}}} \right)^{\frac{1}{2r}} \le$$

$$\le BMN\mathcal{L}^c \left(\frac{q}{q^{1+2\delta+2\delta\theta+\frac{2}{\theta\sqrt{\mathcal{L}}}}} + \frac{q^{\frac{1}{2}+\delta}}{q^{\frac{1}{2}+2\delta+2\delta\theta+\frac{2}{\theta\sqrt{\mathcal{L}}}}} \right)^{\frac{1}{2r}} =$$

$$= BMN\mathcal{L}^c \left(\frac{1}{q^{2\delta+2\delta\theta+\frac{2}{\theta\sqrt{\mathcal{L}}}}} + \frac{1}{q^{\delta+2\delta\theta+\frac{2}{\theta\sqrt{\mathcal{L}}}}} \right)^{\frac{1}{2r}} =$$

$$\ll BMN\mathcal{L}^c \left(\frac{1}{q^{(1+2\theta)\delta+\frac{2}{\theta\sqrt{\mathcal{L}}}}} \right)^{\frac{1}{2r}} \ll BMN\mathcal{L}^c \left(\frac{1}{q^{2r\theta\delta+\frac{4r}{(1+2\theta)\sqrt{\mathcal{L}}}}} \right)^{\frac{1}{2r}} \ll$$

$$\ll BMN\mathcal{L}^c q^{-\frac{2}{(1+2\theta)\sqrt{\mathcal{L}}}-\delta\theta} \ll BMNq^{-\delta\theta} \exp\left(-1{,}5\sqrt{\mathcal{L}}\right).$$

Теорема доказана.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Виноградов И.М. Распределение квадратичных вычетов и невычетов вида $p+k$ по простому модулю // Математический сборник. – 1938. Т. 3. – №45. – С. 311-320.
2. Виноградов И.М. Улучшение оценки для суммы значений $\chi\ (p+k)$ // Известия АН СССР, сер. матем. – 1953. Т. 17. – С. 285-290.
3. Карацуба А.А. Суммы характеров с простыми числами // Известия АН СССР, сер. матем. – 1970. Т. 34. – С. 299-321.
4. Рахмонов З.Х. О распределении значений характеров Дирихле // УМН. – 1986. Т. 41. – №1. – С. 201-202.
5. Рахмонов З.Х. Об опенке суммы характеров с простыми числами // ДАН Таджикский ССР. – 1986. Т. 29. – №1. – С. 16-20.
6. Рахмонов З.Х. О распределении значений характеров Дирихле и их приложения // Труды Математического института РАН. – 1994. Т. 207. – С. 286-296.
7. Фридландера Дж.Б., Гонгb К., Шпарлинский И.Е. Суммы значений характеров на сдвинутых простых числах // Матем. заметки. – 2010. Т. 88. В. 4. – С. 605-619.
8. Рахмонов З.Х. О распределении значений характеров Дирихле в последовательности сдвинутых простых чисел // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2013. Т. 56. – №1. – С. 5-9.
9. Рахмонов З.Х. Распределение значений характеров Дирихле в последовательности сдвинутых простых чисел // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Математика. Механика. Информатика. – 2013. Т. 13. Вып. 4(2). – С. 113–117.
10. Рахмонов З.Х. Суммы характеров с простыми числами // Чебышевский сборник. – 2014. Т. 15. В. 2(50). – С. 73-100.
11. Burgess D, A. On character sums and L-series // Proc. London Math. Soc. – 1962, v. 12. – №3. – P. 193-206.
12. Burgess D, A. On character sums and L-series. II // Proc. London Math. Soc. – 1963, v. 13. – №3. – P. 524-536.

СУММАИ КӮТОҲИ ДУКАРАТАИ ҚИМАТҲОИ ХАРАКТЕРИ ДИРИХЛЕ АЗ ҲОСИЛИ ЗАРБИ ЛАҒҶОНИДАШУДАИ ДУ АДАД

Ҳангоми $M \geq q^{\frac{1}{2}+2\delta+2\delta\theta+\frac{2}{\theta\sqrt{L}}}$ баҳои ғайритривиалии суммаи дукаратаи намуди

$$W = \sum_{M<m\leq 2M} a_m \sum_{N<n\leq \min(xm^{-1},2N),(mn,q)=1} b_n\chi_q(mn-l), \quad (l,q)=1,$$

$q-$ адади аз куб озод ва χ_q- характери примитивии Дирихле аз рӯи модули q, гирифта шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: характерҳои Дирихле, суммаҳои дукаратаи кӯтоҳ, ададҳои соддаи лаҳҷонидашуда, суммаҳои тригонометрӣ бо ададҳои содда.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Мирзораҳимов Шералӣ Ҳусейнбоевич, номзади илмҳои физикаю математика, дотсенти кафедраи таҳлили математикии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 988-55-73-80; e-mail:smirzorakhimov @mail.ru

КОРОТКАЯ ДВОЙНАЯ СУММА ЗНАЧЕНИЙ ХАРАКТЕРОВ ДИРИХЛЕ ОТ СДВИНУТЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ ДВУХ ЧИСЕЛ

При $M \geq q^{\frac{1}{2}+2\delta+2\delta\theta+\frac{2}{\theta\sqrt{L}}}$ найдена нетривиальная оценка двойных сумм вида

$$W = \sum_{M<m\leq 2M} a_m \sum_{N<n\leq \min(xm^{-1},2N),(mn,q)=1} b_n\chi_q(mn-l), \quad (l,q)=1,$$

где χ_q – примитивный характеров Дирихле по модулю q и q – число свободное от кубов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: характеры Дирихле, короткие двойные суммы, сдвинутые простые числа сумма, тригонометрические суммы с простыми числами.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Мирзорахимов Шерали Хусейнбоевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического анализа Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 988-55-73-80; e-mail: smirzorakhimov @mail.ru

SHORT DOUBLE THE AMOUNT OF VALUES OF DIRICHLET CHARACTERS BY SHIFTED PRODUCT OF TWO NUMBERS

If $M \geq q^{\frac{1}{2}+2\delta+2\delta\theta+\frac{2}{\theta\sqrt{L}}}$ is found non-trivial estimate double sums of the form

$$W = \sum_{M<m\leq 2M} a_m \sum_{N<n\leq \min(xm^{-1},2N),(mn,q)=1} b_n \chi_q(mn-l), \quad (l,q)=1,$$

where χ_q – primitive Dirichlet characters modulo q and q the number is cubefree.

KEY WORDS: Dirichlet character, short double sums, shifted sum primes, trigonometric sums with primes.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Mirzorahimov Sherali Huseynboevich, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the department of mathematical analyzes of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 988-55-73-80; e-mail: smirzorakhimov @mail.ru

УДК 517.95

О РЕШЕНИИ ОДНОГО КЛАССА ПСЕВДОПАРАБОЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ НА ПЛОСКОСТИ С ЗАДАННЫМИ ГЛАВНЫМИ ЧАСТЯМИ

Одинабеков Х.В.
Таджикский государственный университет коммерции

В полупространстве $\mathrm{R}_+^3 = \mathrm{C}\times\mathrm{R}_+$, $\mathrm{R}_+ = (0,+\infty]$, C – комплексная плоскость $\partial\mathrm{R}_+^3 = \overline{\mathrm{C}}$, рассмотрим систему уравнений в комплексной форме [1-2].

$$\frac{\partial^2 w}{\partial\overline{z}\partial t} + a\frac{\partial w}{\partial t} + b\frac{\partial w}{\partial\overline{z}} + dw(z,t) = 0, \tag{1}$$

где $t\in(0,+\infty)$, $z = x+iy$, $w(z,t) = u(x,y,t)+iv(x,y,t)$, $2\partial_{\overline{z}} = \partial_x + i\partial_y$ – дифференциальный оператор Коши - Римана, a,b,d – некоторые постоянные.

Будем искать ограниченные по t двоякопериодические по z, решение уравнения (1) с основными периодами ω_1,ω_2, $Im\left({}^{\omega_2}/_{\omega_1}\right)\neq 0$ и в любой ограниченной части пространства R_+^3 имеющие главные части [3]

$$\frac{A_k(t)}{z-b_k} + \sum_{j=2}^{\lambda_k}(-1)^{j-1}\frac{(j-1)!\,A_k^{j-1}(t)}{(z-b_k)^j}, \quad k = 1,2,\dots,r, \tag{2}$$

где $b_1,b_2,\cdots,b_r$ – заданные точки плоскости, C, $A_k(t)$ – дифференцируемые ограниченные функции переменного $t\in[0,+\infty)$.

Пусть Ω – фундаментальная область двоякопериодической группы $p(z)$

$$p(z) = z + m_1\omega_1 + m_2\omega_2,\ m_1,m_2 = 0,\pm1,\pm2,\cdots.$$

с основными периодами ω_1,ω_2, $Im\left({}^{\omega_2}/_{\omega_1}\right)\neq 0$. В качество такой области можно взять параллелограмм Ω с вершинами z_0, $z_0+\omega_1, z_0+\omega_1+\omega_2 z_0+\omega_2$, то есть

$$\Omega = \{z;\ z = z_0 + t_1\omega_1 + t_2\omega_2,\quad 0\leq t_1+t_2\leq 1\},$$

z_0 – фиксированная точка плоскости C.

Предположим, что точки $(b_1,t),(b_2,t),\cdots,(b_r,t)$ содержаться внутри область $\Omega_T = \Omega\times[0,T)$, $T>0$.

Достаточно найти решения задача (1), (2) в любой ограниченной область $\tilde{\Omega}_T = \Omega_T$, не содержащие точки $(b_1,t),(b_2,t),\cdots,(b_r,t)$ и $w(z,t)\in C_*^2(\tilde{\Omega}_T)$, C_*^2 – класс функций ограниченных по t, двоякопериодических по z с периодами ω_1, ω_2 и допускающее не перерывшие первые и вторые смешанные производные по x,y,t.

Пусть в условии (2) функции $A_k^j(t)$ представимы в виде

$$A_k^j(t) = a_k^j e^{i\gamma t}, \quad \gamma \in \mathrm{C}, \ Im\gamma > 0, \tag{3}$$

где a_k^j — постоянные, $j = 0, 1, \cdots, r$, $a_k^0 = a_k$, $k = 1, 2, \cdots, r$.

Теперь решение задачи (1), (2) будем искать в виде

$$w(z,t) = \varphi(z) e^{i\gamma t}, \tag{4}$$

где $\varphi(z)$ — искомая двоякопреиодическая функкция с периодами ω_1, ω_2.

Подставляя (4) в (1) относительно $\varphi(z)$ получим уравнение вида

$$(i\gamma + b)\frac{\partial\varphi}{\partial\bar{z}} + (i\gamma a + b)\varphi(z) = 0. \tag{5}$$

Если в этом уравнение $b = -i\gamma$, то получим, что $\varphi(z) = 0$ и такое решение не удовлетворяет условию (2).

Поэтому если в уравнение (5) $b \neq -i\gamma$, то оно получить вид

$$\frac{\partial\varphi}{\partial\bar{z}} + \frac{i\gamma a + b}{i\gamma + b}\varphi(z) = 0. \tag{6}$$

При постановке (4) в условии (2) получим, что функкция $\varphi(z)$ обязана быть двоякопериодической с периодами ω_1, ω_2 и с главными частями вида

$$\frac{a_k}{z - b_k} + \sum_{j=2}^{\lambda_k} (-1)^{j-1} \frac{(j-1)!\, a_k^{j-1}}{(z - b_k)^j}. \quad k = 1, 2, \dots, r, \tag{7}$$

В обозначении

$$B = \frac{i\gamma a + b}{i\gamma + b},$$

все решение задачи (6), (7) найдены в [4].

Если Γ - решетка периодов, $\Gamma = \{m_1\omega_1 + m_2\omega_2\}$, m_1, $m_2 = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots$, то через Γ_1 обозначим другую решетку вида $\Gamma_1 = \frac{\pi}{\Omega_0}$, $\Omega_0 = mes\Omega = |\omega_1|^2\, Im\left({}^{\omega_2}/_{\omega_1}\right)$.

В работе [4] показано, что всякое регулярное (без полюсов) решение уравнения (6) представимо в виде

$$\varphi(z) = \begin{cases} cexp(-B\bar{z} - \bar{B}z), & \text{если } B \in \Gamma_1, \\ 0, & \text{если } B \,\bar{\in}\, \Gamma_1, \end{cases}$$

где c — некоторая постоянная.

При $B \in \Gamma_1$, решение задачи (1), (2) будем искать как в [4] в виде

$$\varphi(z) = e^{-B\bar{z} + \bar{B}z}\psi(z). \tag{8}$$

Тогда искомая функция $\psi(z)$ является эллиптической функцией с периодами ω_1, ω_2 и с главными частями вида

$$\frac{a_k}{z - b_k} + \sum_{j=2}^{\lambda_k} (-1)^{j-1} \frac{(j-1)!\, a_k^{j-1}}{(z - b_k)^j}. \tag{9}$$

Как известно [3] для существования такой эллиптической функции необходимо и достаточно, чтобы

$$\sum_{k=0}^{r} a_k = 0. \tag{10}$$

Тогда при выполнений этого условия функция $\psi(z)$ имеет вид

$$\psi(z)+c+\sum_{k=1}^{r}a_k\zeta(z-b_k)+\sum_{k=1}^{r}\sum_{j=2}^{\lambda_k}a_k^{j-1}\wp^{(j-1)}(z-b_k), \qquad (11)$$

где ζ – дзета-функция, $\wp(z)$ – функция Вейерштрасса [3]. Эти функция имеет вид

$$\zeta(z)=\frac{1}{z}+\sum_{\omega}\left(\frac{1}{z-\omega}+\frac{1}{\omega}+\frac{z}{\omega^2}\right), \quad \zeta'(z)=-\wp(z),$$

где штрих в знак суммы означает, что суммирование проводится по всем периодам $\omega\neq 0$

$$\omega=m_1\omega_1+m_2\omega_2, \quad m_1,m_2=0,\pm1,\pm2,\cdots .$$

Таким образом, справедлива следующая теорема

Теорема 1. *Пусть в задачи (1), (2) функция* $A_k^j(t)$ *имеют вид (3) и* $i\gamma+b\neq 0,\ B=\dfrac{i\gamma a+b}{i\gamma+b}\in\Gamma_1$. *Тогда задачи (1), (2) имеет решение, если выполнено условие*

$$\sum_{k=0}^{r}a_k=0.$$

При этом решение задачи представимо в виде

$$w(z,t)=e^{-B\bar{z}+\bar{B}z+i\gamma t}\psi(z),$$

где $\psi(z)$ выражается формулой (11).

Теперь разберем случай $B\overline{\in}\Gamma_1$.

В этом случае решение уравнения будем искать в виде

$$\varphi(z)=e^{-B\bar{z}}\psi(z). \qquad (12)$$

Тогда функция $\psi(z)$ является эллиптической функцией с полюсами в точках $b_1,b_2,\cdots,b_r$ и удовлетворяет условию

$$\psi(z+\omega_j)=e^{B\bar{\omega}_j}\psi(z),\ \ j=1,2. \qquad (13)$$

Таким образом, $\psi(z)$ – эллиптическая функция второго рода [3].

Берем две точки z_1,z_2, которые $z_1\overline{\in}\Gamma,\ z_2\overline{\in}\Gamma$ и функцию $\psi(z)$, как в [4], будем искать в виде

$$\psi(z)=\frac{\sigma(z-z_1)}{\sigma(z-z_2)}e^{\alpha z}F(z), \qquad (14)$$

где $\sigma(z)$ – сигма функция Вейерштрасса, которое удовлетворяет соотношений [3]:

$$1)\ \frac{\sigma'(z)}{\sigma(z)}=\zeta(z),$$

$$2)\ \sigma(z+\omega_j)\varepsilon_j e^{\eta_j\left(z+\frac{\omega_j}{2}\right)}\sigma(z),\ \ j=1,2.$$

где $\varepsilon_j=1,$ если $\dfrac{\omega_j}{2}\in\Gamma$ и $\varepsilon_j=-1,$ когда $\omega_j/2\ \overline{\in}\ \Gamma,$ $\eta_1=2\zeta(\omega_1/2),$ $\eta_2=2\zeta(\omega_2/2)$ – циклические постоянные. Постоянные η_1,η_2 вместе с периодами ω_1,ω_2 связаны соотношением Лежандра [3]

$$\eta_1\omega_2-\eta_2\omega_1=2\pi i. \qquad (15)$$

Теперь используя эти свойства функции $\sigma(z)$ в (14) подберем постоянные z_1,z_2,α такими, чтобы выражение

$$\frac{\sigma(z-z_1)}{\sigma(z-z_2)}e^{az}, \qquad (16)$$

удовлетворяло условию (13).

Подставляя в (14) поочередно $z+\omega_1,\ z+\omega_2$ получим

$$\psi\left(z+\omega_j\right)=e^{\eta_j\left(z_2-z_1\right)+\alpha\omega_j}F\left(z+\omega_j\right)\frac{\sigma\left(z-z_1\right)}{\sigma\left(z-z_2\right)}e^{\alpha z},\quad j=1,2.$$

Если в этом равенство взять $\left(z_2-z_1\right)$ и α как решение системы уравнений

$$\left.\begin{aligned}\eta_1\left(z-z_1\right)+\alpha\omega_1=B\overline{\omega_1}+2\pi i\\ \eta_1\left(z-z_1\right)+\alpha\omega_2=B\overline{\omega_2}+2\pi i\end{aligned}\right\}$$

где $n,m-$некоторые целые числа и $F\left(z+\omega_1\right)=F\left(z\right),\ F\left(z+\omega_2\right)=F\left(z\right),$ тогда функция $\psi\left(z\right)$ по формуле (14) удовлетворяет условию (13). Функция $F\left(z\right)$ является эллиптической функцией с полюсами в точках $b_1,b_2,\cdots,b_r$ с краткостями $\lambda_1,\lambda_2,\cdots,\lambda_r$ и в точке z_1-имеет полюс первого порядка, а в точке z_2 имеет нуль первого порядка.

Система уравнений (17) благодаря соотношению Лежандра (15) имеет решение

$$z_2-z_1=-B\frac{\Omega_0}{\pi}+\left(n\omega_2-m\omega_1\right),$$

$$\alpha=\frac{B}{2\pi i}\left(\overline{\omega}_1\eta_2-\overline{\omega}_2\eta_1\right)+\left(m\eta_1-n\eta_2\right).$$

Таким образом, в представлении (14) после выбора точки z_1,z_2 и α, надо ещё, найти вид эллиптической функции $F\left(z\right)$. Как показано в [4].

$$F\left(z\right)=c+d_1\zeta\left(z-z_1\right)+\sum_{k=1}^{r}c_k\zeta\left(z-b_k\right)+\sum_{k=1}^{r}\sum_{j=1}^{\lambda_k}c_k^j\wp^{(j-1)}\left(z-b_k\right),\qquad(18)$$

где постоянные c,d_1,c_k^j связанны условием двоякопериодичности

$$d_1+\sum_{k=1}^{r}c_k=0,$$

$$c+d_1\zeta(z_2-z_1)+\sum_{k=1}^{r}c_k\zeta(z_2-b_k)+\sum_{k=1}^{r}\sum_{j=1}^{\lambda_k}c_k^j\wp^{(j-1)}(z_2-b_k)=0.\qquad(19)$$

Таким образом справедлива

Теорема 2. *Пусть выполнены условия теоремы 1 и* $B\overline{\in}\Gamma_1$. *Тогда задача (1), (2) всегда допускает решение вида*

$$w\left(z,t\right)=e^{-B\overline{z}+i\gamma t}\psi\left(z\right),$$

где $\psi\left(z\right)$ *имеет вид (14) в котором* $F\left(z\right)$ *выражается формулой (18) постоянные* $d_1,\ c_k^j$ *– связанны условиям (19-20).*

ЛИТЕРАТУРА:

1. Векуа И.Н. Обобщенные аналитические функции. – М.: Гос. Издательство физ.-мат. Литературы. – 1959. – 628 с.
2. Gilbert, M. Schneider. Generalized meta and pseudo parabolic equations in the plane // Комплексный анализ и его приложения. Сборник статей посвящается академику И.Н. Векуа к его семидесятилетию. – М., 1978. – С. 160–172.
3. Ахиезер Н.И. Элементы теории эллиптических функций. – М.: Наука, гл. ред. физ.-мат. Литературы. – 1970. – 304 с.
4. Сафаров Д.С. Двоякопериодические обобщенные аналитические функции и их приложения. – Душанбе: Дониш, 2012. – 190 с.

ҲАЛЛИ ЯК СИНФИ СИСТЕМАИ МУОДИЛАҲОИ ПСЕВДОПАРАБОЛИКИИ ТАРТИБИ ДУ ДАР ҲАМВОРӢ БО ҚИСМҲОИ АСОСИИ ДОДАШУДА

Дар ин мақола барои як синфи системаи муодилаҳои псевдопараболикии тартиби ду дар ҳамвори масъалаи мавҷудият ва роҳҳои ёфтани ҳалҳои маҳдуд ва дудаврии бо қисмҳои асосии додашуда татқик карда мешавад.

КАЛИДВОЖАҲО: ҳалҳои дудаврӣ, системаи муодилаҳои псевдопараболикӣ, ҳалли регулярӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Одинабеков Хусрав Вафобекович, муаллими калони кафедраи математикаи олӣ ва фанҳои табиатшиносии Донишгоҳи давлатии тиҷорати Тоҷикистон. Тел.: (+992) 93-303-22-33.

О РЕШЕНИИ ОДНОГО КЛАССА ПСЕВДОПАРАБОЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ НА ПЛОСКОСТИ С ЗАДАННЫМИ ГЛАВНЫМИ ЧАСТЯМИ

В работе для одного класса псевдопараболических систем уравнений второго порядка на плоскости исследовано задачи существования и нахождения ограниченных и двоякопериодических решений с заданными главными частями.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: двоякопериодическое решение, псевдопараболические системы уравнений, обобщенное решение.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Одинабеков Хусрав Вафобекович, ст. преподаватель кафедры высшей математики и естественнонаучных дисциплин Таджикского государственного университета коммерции. Тел.: (+992) 93-303-22-33.

ON THE SOLUTION OF A CLASS OF PSEUDO-PARABOLIC SYSTEMS OF EQUATIONS ON A PLANE WITH GIVEN PRINCIPAL PARTS

In the work for a class of pseudo-parabolic systems of equations second order plane investigated the existence problem and finding bounded and doubly periodic solutions with given the main parts.

KEY WORDS: doubly periodic solution, pseudo-parabolic, systems of equations, generalized solution.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Odinabekov Khusrav Vafobekovich, senior lecturer of the department of higher mathematics and natural sciences Tajik State University of Commerce. Phone: (+992) 93-303-22-33.

УДК 517.95

ОГРАНИЧЕННОЕ И ПЕРИОДИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ТИПА ДУФФИНГА С ПОСТОЯННЫМИ ОТКЛОНЕНИЯМИ АРГУМЕНТА

Миратов С.К.
Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава

Рассмотрим дифференциальное уравнение второго порядка вида

$$\varphi''(t) + a\varphi(t) + b\varphi^3(t) = \alpha\varphi(t + h_1) + \beta \prod_{j=2}^{4} \varphi\left(t + h_j\right), \qquad (1)$$

где a, b, α, β и отклонения $h_j, j = \overline{1,4}$ – постоянные, $\varphi(t)$ –искомая.

В случае, когда $\alpha = \beta = 0$ уравнения (1) известно в нелинейной механике, теория хаоса [1],[2].

Очевидно, что дважды дифференцируемые периодические решения, периода ω, уравнения (1) являются также решением уравнения

$$\varphi''(t) + a_1\varphi(t) + b_1\varphi^3(t) = 0, \qquad (2)$$

где $a_1 = a - \alpha_1$, $b_1 = b - \alpha_1$ получающегося из (1) при $h_j = 0$, если все отклонения $h_j, j = \overline{1,4}$ –кратны периоду $\omega > 0$ решения $\varphi(t)$. Обратно, если все $h_j, j = \overline{1,4}$ –кратны периоду $\omega > 0$, то дважды дифференцируемые периодические решения периода ω уравнения (2) удовлетворяет уравнению (1). В этом смысле (и только в этом) смысле уравнения (1) и (2) эквивалентны [1].

Если в уравнении (1) $\alpha = \beta = 0$, мы находим уравнение (2), которое называется уравнением Дуффинга, решение которого ищется с помощью эллиптических функций Якоби.

Эллиптические функции snu, cnu и dnu называются функциями Якоби [3].

Функции Якоби $snu = sn(u,k)$ – эллиптический синус, $cnu = cn(u,k)$ –эллиптический косинус и $dnu = dn(u,k)$ – дельта амплитуды связаны соотношениями [3]

$$sn^2u + cn^2u = 1, \qquad k^2sn^2u + dn^2u = 1 \tag{3}$$

и для них справедливы формулы дифференцирования

$$\frac{dsnu}{du} = cnudnu\,, \quad \frac{dcnu}{du} = -snudnu, \qquad \frac{ddnu}{du} = -k^2snucnu. \tag{4}$$

Функции Якоби snu, cnu, dnu обладают свойствам периодичности

$$sn(u+4K) = snu, \quad cn(u+4K) = cnu,$$
$$dn(u+2K) = dnu, \quad dn(u+K)dnu = k', \tag{5}$$

где k' – дополнительный модуль связанное с модулем k равенством $k^2 + k'^2 = 1$.

Функция snu – нечетная функция переменной u, а функции cnu и dnu – четные функции. Кроме того,

$$sn0 = 0, \;\; cn0 = dn0 = 1.$$

Такой тип эквивалентности называется в [1] функциональной – эквивалентность относительного соотношения

$$\varphi(t+\omega) = \varphi(t). \tag{6}$$

При такой трактовке уравнению (1) будем называть уравнением типа Дуффинга. Известно, что решения уравнения (2) можно получить при помощи эллиптические функция Якоби – эллиптической синус snu, эллиптической косинус cnu и дельта амплитуды dnu.

Это означает, что уравнение Дуффинга является порождающим уравнением для уравнения (1).

В монографии [2] решение уравнения (2) при $a_1 > 0$, $b_1 < 0$ получены с помощью функции

$$\varphi(t) = Asn[\omega t\,, k\,], \tag{7}$$

где A –амплитуда, ω – частота движения, k –модуль функции. Функция $snu = sinamu$ определятся как обращение эллиптического интеграла первого рода в форме Лежандра [3]

$$u = \int_0^{\varphi} \frac{d\theta}{\sqrt{1-k^2sin^2\theta}}, \qquad 0 < k^2 < 1.$$

Функция snu имеет период $4K$

$$K(k) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} (1-k^2sin^2\theta)^{-1/2}d\theta.$$

Причём все три параметра A, ω, k^2 в решении уравнения (2), в виде (6), находятся через коэффициентов a_1, b_1 и начальной энергии $A\omega =$ E.

Такое решение уравнения (2) в [2] названы точным решением.

В работе [4] показано, что поперечные колебания двухслойной мембраны с учетом геометрической нелинейности можно описать модифицированным уравнением Кодомца – Потямешвили, решения которого, сводится к уравнению Дуффинга (2) получены в виде одномерных и двумерных солитонов.

Таким образом решение уравнения (1), когда все h_j кратны $K(k)/\omega$ можно получить с помощью функции $Asn[\omega t\,, k\,]$ или $Acn[\omega t\,, k\,]$, а когда $h_j, j = \overline{1,4}$ кратны $\frac{2K(k)}{\omega}$ – через дельта амплитуды.

Однако решение уравнения (1) можно получить с помощью решение уравнения (2), когда не все $h_j, j = \overline{1,4}$ – кратны периодом этих функций.

Может случится, что один из отклонений $h_j, j = \overline{1,4}$ некратен периодом, но тем не менее, решение уравнения (1) находится через решение уравнения (2).

Уравнению (1) в случае когда $h_2 = h_1$ – произвольный (не обязана быть периодом) запишем в виде

$$\varphi''(t) + a\varphi(t) + b\varphi^3(t) = \varphi(t+h_1)[\alpha + \beta\varphi(t+h_3)\varphi(t+h_4)]. \tag{8}$$

Как, в [5] покажем, что решение этого уравнения можно получить при любом значении h_1, с помощью функции вида (7), когда $h_3 = 2K(k)/\omega$, $h_4 = K(k)/\omega$, причём постоянные A, ω, k^2 находятся с помощью коэффициентов a, b, α, β. При этом используем свойства функции dnu

$$dn(u+K)dnu = k', \tag{9}$$

где k' – дополнительный модуль $k'^2 + k^2 = 1, \quad 0 < k' < 1.$

Функция $\varphi(t) = Adn(\omega t, k)$ удовлетворяет уравнению

$$\varphi''(t) - (2-k^2)\omega^2\varphi(t) + \frac{2\omega^2}{A^2}\varphi^3(t) = 0. \tag{10}$$

При $a < 0,\ b > 0$ подставляя (7) в уравнении (8) при условии, что уравнении $h_2 = h_1 -$ произвольное число, $h_3\omega = 2K(k),\ h_4\omega = K(k)$ и сопоставляя полученное уравнение с уравнением (10), для определения A, ω, k^2 и k' получим

$$(2-k^2)\omega^2 = -a,\ \ 2\omega^2 = bA^2, \qquad \alpha = -\beta k' A^2. \tag{11}$$

Из этой системы при $\alpha\beta - ab > 0$

$$k'^2 = B - \sqrt{B^2-1}, \quad 0 < k'^2 < 1, \quad B = \alpha\beta/ab. \tag{12}$$

Затем подставляя k' в, (11) находим

$$\omega^2 = -\frac{a}{2-k^2} = -\frac{a\alpha b}{\alpha b - a\beta - \sqrt{(a\beta)^2 - (b\alpha)^2}},$$

$$A^2 = -\frac{2ab\alpha}{b\left(b\alpha - a\beta - \sqrt{(a\beta)^2 - (b\alpha)^2}\right)} = -\frac{2a}{b(2-k^2)}.$$

Таким образом, все три параметра в решение (7) найдены через коэффициенты уравнения (1).

Теорема. *Пусть в уравнении (1) все коэффициенты* $a, b, \alpha, \beta -$ *отличны от нуля* $a < 0$, $b > 0$, *выполнено условие* $a\beta - b\alpha > 0$. *Пусть модуль* k^2 *определено формулой*

$$k^2 = 1 - \left(B - \sqrt{B^2-1}\right)^2, \quad B = a\beta/b\alpha$$

и частота движения ω^2 *равна*

$$\omega^2 = -\frac{a}{2-k^2}, \quad a < 0,\ 2-k^2 > 0.$$

Тогда, если постоянные отклонения h_3, *кратен периоду* $2\widetilde{K}(k)$ *и* h_4 *кратен* $\widetilde{K}(k)$. *То уравнение (1) имеет однопараметрическое огрниченное, периодическое решение вида*

$$\varphi(t) = Adn(\omega t, k),$$

где

$$A^2 = -\frac{2a}{2-k^2}, \qquad \widetilde{K}(k) = \frac{K(k)}{\omega},$$

причём $0 < \varphi(t) \le Ak'$.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Эльсгольц Л.Э., Норкин С.Б. Введение в теорию дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргуметом. – М.: Наука, 1971. – 296 с.
2. Моисеев Н.Н. Асимптотические методы в нелинейной механике. – М.: Наука, 1981. – 400 с.
3. Сикорский Ю.С. Элементы теории эллиптических функций. – М.: Наука, 2006. – 368 с.
4. Архипова Н.И., Семерикова Н.П. Поперечные волны в двухслойной геометрически нелинейной мембране / Процессы в геосредах, научный журнал. – 2016. – №3(7). – С. 176-183
5. Сафаров Д.С., Миратов С.К. О решение уравнения Дуффинга с многими постоянными отклонениями аргумента // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Серия естественных наук. – 2019. – 2/2 (63). – С. 12-16.

ҲАЛЛИ МАҲДУД ВА ДАВРИИ МУОДИЛАИ НАМУДИ ДУФФИНГ БО ДОИМИҲОИ ФАРҚКУНАНДАИ АРГУМЕНТ

Дар мақола ҳалли маҳдуд ва даврии муодилаи дифференсиалии ғайрихаттии тартиби дуюм бо аргументи доимиҳои фарққунанда ва коэфисиентҳои доимӣ бо ёрии функсияи эллиптикии Якоби – делта амплитуда dnu ёфта шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: ҳал, модули функсия, даври ҳал, ҳалли дудаврдошта, функсияҳои эллиптикӣ, интегралҳои эллиптикӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Миратов Сафархон Қудратович, докторант PhD-и Донишгоҳои давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 918-48-42-76; e-mail: safarkhonop@mail.ru

ОГРАНИЧЕННОЕ И ПЕРИОДИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ТИПА ДУФФИНГА С ПОСТОЯННЫМИ ОТКЛОНЕНИЯМИ АРГУМЕНТА

В работе найдено ограниченное и периодическое решение нелинейного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными отклоняющимся аргументом и с постоянными коэффициентами с помощью эллиптической функции Якоби – дельта амплитуды dnu.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: решение, модуль функции, периоды решения, двоякопериодическое решение, эллиптическая функция, эллиптический интеграл.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Миратов Сафархон Кудратович, докторант PhD Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 918-48-42-76; e-mail: safarkhonop@mail.ru

BOUNDED AND PERIODIK SOLUTION OF A DUFFING TYRE EQUATION WITH CONSTANT DEVIATIONS OF THE ARGUMENT

In this work, a bounded end periodic solution of a nonlinear second-order differential equation with constant deviating argument and constant coefficients are found using the elliptic function Jacobi- delta amplitude dnu.

KEY WORDS: solution, modulus of function, periods of solution, doubly periodic solution, elliptic function, elliptic integral.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Miratov Safarkhon Qudratovich, PhD candidate of the Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 918-48-42-76; e-mail: safarkhonop@mail.ru

ТАДҚИҚИ АМСИЛАВИИ САТҲИ ТЕХНОЛОГӢ БО ИСТИФОДА АЗ УСУЛҲОИ НАҚШАВӢ-ТАҶРИБАВӢ

Шарифов Б.Л.
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон
Афзалшоҳи Сафархон
Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав

Имрӯзҳо чи хеле ба ҳамагон маълум аст равандҳои технологӣ яке аз масъалаҳои муҳиме мебошад, ки таваҷҷуҳи ҷомеаи ҷаҳониро ба худ ҷалб намудааст. Пеш аз озмоиш зарур аст, ки мунтазам байни арзишҳои омор асосан мустақилият муайян карда шавад.

Таҷрибаи яквақта аз ду намуд иборат аст: пайдарҳам ва таснифӣ.

Дар таҷрибаи якҷоя, сатҳи омил дар қадамҳо (қадам ба қадам) тағйир меёбад. Пас аз ҳар як марҳала натиҷа баҳогузорӣ намуда, дар бораи кори минбаъдаи он қарор қабул карда мешавад.

Таҷрибаи якҷоя дар ду маврид тавсия дода мешавад:

1) агар маълум бошад, ки он такрор намешавад (вақте, ки санҷиши тендерӣ санҷида мешавад, вазн ба қадамҳо тағйир меёбад, (тағйироти бозгашти ҷудогона пас аз бори аввал истифода бурдан);

2) агар хусусиятҳои иншоот танҳо ҳангоми гирифтани маълумот дар як давраи мунтазам (таҳлили устувории коркард) муайян карда шаванд.

Дар таҷрибаи тасодуфӣ сатҳи омил бо мақсади паст кардани таъсири омилҳои ғайриқонунии ба хатоиҳои тасодуфӣ ба таври тасодуфӣ тағйир меёбанд.

Бештар вақт ҳангоми тавсифи равандҳои технологӣ ва, пеш аз ҳама, вақте ки хусусияти фономентӣ, физикӣ ба онҳо маълум нест, амсилаҳои бисёрузва истифода мешаванд:

– бисёрузваи дараҷаи якум

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \cdots + b_mx_m.$$

– бисёрузваи дараҷаи дуюм

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2 + b_{11}x_{11}^2 + b_{22}x_2^2 + \cdots\cdots$$

Бинобар ин, барои таҷрибаҳое, ки мақсадашон дарёфти амсилаи раванд дар шакли як бисёрузваи якум ё дуюм мебошад, нақшаҳои дуюм ва якум такрор мешаванд.

Дар марҳалаи аввалини банақшагирӣ шароитҳои таҷрибавӣ интихоб карда мешаванд:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2 + b_{11}x_{11}^2 + b_{22}x_2^2 + \cdots$$

1) муайян намудани майдони таҷрибаи тағйирёбии ҳудудҳои омилҳои мустақил;
2) сатҳи дувуми омилҳо дар асоси тадқиқот муқаррар карда мешавад;
3) муайян кардани интервалҳои гуногун;
4) дурустии омилҳои таъмирро муайян мекунад.

Қисмати асосии тадқиқот тағйирёбии ин омилҳо, одатан

$$x_{i0} = \frac{x_{iH} + x_{iB}}{2}, \qquad (1)$$

мебошад, ки дар ин ҷо $x_{i,0,H,B}$ – мутаносибан, арзиши сатҳҳои асосӣ, х-поёнӣ ва болоии оморро ифода мекунанд.

Фосилаи тағйирёбии омилҳои I_i рақам ба шумор меравад (худи омил барои ҳар як омил) илова намудани он ба сатҳҳои ибтидоӣ болотар аст ва тақсимоти сатҳи поёнии омил дода мешавад.

$$I_i = x_{iB} - x_{i0} = x_{i0} - x_{iH}$$

Барои сода кардани сабти шароитҳои озмоишӣ ва коркарди маълумоти таҷрибавӣ сарҳади атрофҳои интихобшударо ҷудо мекунем, то ки сатҳи болоӣ ба +1 ва сатҳи асосӣ ба 0 баробар шавад. Ин метавонад бо истифода аз тағйирёбанда анҷом дода шавад:

$$\tilde{x}_i = \frac{x_i - x_{i0}}{I_i}$$

Дар ин ҷо x_i – арзиши табиии омил;

x_i – арзиши омили сатҳи асосӣ;

I_i – мудати тағйирёбӣ;

$\tilde{x}_i$ – арзиши рақамгузории омил мебошанд.

Масалан, дар озмоиш суръати буриш аз 40 м/дақ. то 160 м/дақ. тағйир меёбад.

Пас $x_{iH} = 40$ м/дақ.; $x_{iB} = 160$м\дак.; $x_{i0} = \frac{40+160}{2} = 100$м\дак.; $I_i = 60$м/дақиқа. ; $\tilde{x}_{i=\frac{40-100}{60}=-1}$; $\tilde{x}_{i0=0}$; $\tilde{x}_{iB=+1}$.

Маълумоти дақиқи сатҳҳои омили ҳалкунанда ҳангоми 1 фоиз зиёд будани хатоии андоза ва аз 5% кам будани дарозии миёна баланд мебошад. Дар тадқиқоти технологӣ, хатоии андозагирӣ баъзан метавонанд 20 фоизро дар бар гирад.

Истифодаи КРА дар мавридҳои зерин қонунӣ ва самаранок аст:

а) тағйироти вобаста ба Y як тағйирёбии тасодуфӣ бо қонуни тақсимоти муқаррарӣ бошад;

б) варианти Y бо арзишҳои мутлақи Y вобаста нест;

в) $x_1, x_2, \dots, x_m$ – арзишҳои вобаста бо хатоие, ки дар муқоиса бо Y мутобиқат доранд, тағйир меёбад;

г) тағйирёбандаҳои $x_1, x_2, \dots, x_m$ хати мустақил мебошанд;

ғ) раванди тағйирёбии Y мустаҳкам ва тасодуфӣ аст.

д) маълумоти таҷриба аз як қатор санҷишҳои мустақил гирифта шудааст ва намунаи тасодуфӣ маълумоти умумии аҳолиро ташкил медиҳад.

Шартҳои «а-г» барои таҷрибаҳои функсионалӣ ва пассив, шартҳои «ғ» ва «е» барои таҷрибаи мусовӣ санҷида шудаанд.

Барои ҳисоб кардани коэффитсиенти назоратии регрессионӣ усули қутиҳои хурдтар (МНК)-ро истифода мебарем. Коэффитсиентҳои регрессия ёфта шудаанд, ки бо ҳадди ақали маблағи квадрант аз диверсификатсияи маълумоти таҷрибавӣ аз арзишҳои ҳисобкардашуда истифода мебаранд $\hat{Y}_i$ –минимуми функсия.

$$\Phi = \sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^{n} \xi_i^2, \qquad \text{дар ин ҷо} \quad \xi_i = y_i - \hat{y}_i \qquad (2)$$

Барои вобастагии ягонаи омилҳои хаттӣ $y = b_0 + b_1 x_1$ мо таҷрибаҳои n-ро иҷро мекунем, ки дар натиҷаи он чунин системаро ба даст меорем.

$$\begin{cases} \xi_1 = y_1 - b_0 - b_1 x_1 \\ \xi_2 = y_2 - b_0 - b_1 x_2 \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ \xi_n = y_n - b_0 - b_1 x_n \end{cases} \qquad (3)$$

Системаи таҳияшудаи (3) ба (n>2) баробар аст ва мумкин аст, номаълум бошад. Натиҷаи коэффитсиентҳои номаълуми b_0 ва b_1 – ро аз шарти зерин дарёфт намудан мумкин аст:

$$\Phi = \sum_{i=1}^{n} (y_i - b_0 - b_1 x_i)^2 \to min \qquad (4)$$

Агар минимуми Ф мавҷуд бошад, он гоҳ

$$\frac{\partial \Phi}{\partial b_0} = 0 \qquad \frac{\partial \Phi}{\partial b_1} = 0$$

Ин равиш имкон медиҳад, ки системаи муодилаҳое тартиб дода шавад, ки дар он шумораи рақамҳо ба шумораи номҳо баробар аст. Дар охир

$$b_0 = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i \sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \sum_{i=1}^{n} y_i x_i \sum_{i=1}^{n} x_i}{n \sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}$$

$$b_1 = \frac{n \sum_{i=1}^{n} y_i x_i - \sum_{i=1}^{n} y_i \sum_{i=1}^{n} x_i}{n \sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}$$

Барои дарёфти амсилаҳои математикии объектҳои тадқиқоти оморӣ, ки хусусияти тадқиқоти технологӣ доранд, аксар вақт ба истифодаи таҳлили ҳамоҳангӣ ва регрессионӣ таъсир мерасонанд. Методҳои таҳлили регрессионӣ танҳо барои омилҳои ҳамоҳангшуда истифода мешавад.

Дар марҳалаи якуми таҳлили ҳамоҳангӣ ва регрессионӣ дараҷаи алоқамандии арзишҳои функсия бо як ё якчанд тағирёбандаи $x_1, x_2, \dots, x_m$ мустақил арзёбӣ мешавад.

Дар ҳолати аввал коэффитсиенти ҷуфт истифода бурда мешавад (r_{xy}), дар ҳолати дуюм коэффитсиенти дуҷониба (R_{y,x_1,x_2,x_m}).

Дар ин ҷо $\bar{x}, \bar{y}$ – миёнаи арифметики y_n, x_i дар мисоли баррасишуда, n – шумораи ченакҳо (ҳаҷми намунавӣ); S_x, S_y – миёнаи квадратии x_i ва y мебошанд.

Барои ҳамин

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}; \quad \text{агар } n > 3, \text{он гоҳ } S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}{n-1}}; \quad \text{агар } n > 3, \text{он гоҳ } S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}{n-1}} \tag{7}$$

Бо тағйир додани вобастагӣ аз рӯи рақами 1 ҳамчун тағйирёбандаи мустақил бо рақамҳои 2, 3, 4, ..., m тасвири коэффитсиенти параметрҳо $r_{12}, r_{13}, \dots, r_{1m}$ коэффитсиентҳои дуҷонибаи коррелясионии байни онҳо

$$y \text{ ва } x_1, x_2, \dots, x_m - R_{1,2,3,4,\dots,m}$$

ёфта мешаванд.

Он гоҳ

$$R_{1,2,3,4,\dots,m} = \sqrt{1 - \frac{D}{D_{11}}} \tag{8}$$

мешавад, ки дар ин ҷо D – муайянкунанда буда, аз ҳамаи коэффитсиентҳои коррелятсионӣ иборат аст:

$$D = \begin{vmatrix} 1 & r_{12} & r_{13} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & 1 & r_{23} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & r_{m3} & \dots & 1 \end{vmatrix} \tag{9}$$

D_{11} – муайянкунандае, ки аз тарафи D аз сутуни чап ва сатри болоӣ бароварда мешавад.

Он дар се ҳолати тағйирёбанда шуда метавонад:

$$R_{1,2,3} = \sqrt{\frac{r_{12}^2 + r_{13}^2 - 2r_{12}r_{13}r_{23}}{1 - r_{23}^2}} \tag{10}$$

Арзиши r_{xy} ва $R_{y,\ x1,\ x_2,\ x_m}$ дар сатри -1...+1 мебошад. Агар онҳо аз сифр фарқ кунанд, пас байни омилҳо тадқиқоти коррелятсияи хаттӣ вуҷуд дорад. Дар акси ҳол, ин вобастагӣ мавҷуд нест ва ё асосан ғайрихаттӣ мебошад. Агар r_{xy} ё $R_{y,\ x1,\ x_2,\ x_m}$ ба +1 ва -1 баробар бошад, пас байни омилҳои омӯхташуда муносибати функсионалӣ вуҷуд дорад. Нишонаҳои r_{xy} ё $R_{y,\ x1,\ x_2,\ x_m}$ (нишонаи +) ё хусусияти баръакс (нишонаи -) муносибати байни омилҳоро нишон медиҳанд. Агар коэффитсиентҳои байни омилҳо вуҷуд дошта бошанд, пас бо ёрии таҳлили регрессионӣ амсилаи математикиро интихоб намуда, беҳтарин муносибати нишондодашударо тасвир мекунанд. Дар баробари ин, функсияи (y) метавонад бо тағйирёбандаҳои ($x1,\ x_2, \dots, x_m$) мустақилият пайдо намуда, намуди муодилаи регрессияро гирад.

АДАБИЁТ:

1. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. – М.: Высшая школа, 1993.
2. Вентцель Е.С. Элементы динамического программирования. – М.: Наука, 1964.
3. Дудорин В.И. Моделирование в задачах управления производством. – М.: Статистика, 1980.
4. Исследования операций в экономике: учебное пособие для ВУЗов / под ред. Кремера Н.Ш. – М.: Банки и Биржи, ЮНИТИ, 1997.
5. Карасев А.И., Кремер Н.Ш., Савельева Т.И. Математические методы и модели в планировании. – М.: Экономика, 1987.
6. Карманов В.Г. Математическое программирование. – М.: Наука, 1986.
7. Колемаев В.А. Математическая экономика. – М.: Юнити, 1998.

ТАҲҚИҚИ АМСИЛАВИИ САТҲИ ТЕХНОЛОГӢ БО ИСТИФОДА АЗ УСУЛҲОИ НАҚШАВӢ-ТАҶРИБАВӢ

Дар мақола қайд шудааст, ки равандҳои технологӣ яке аз масъалаҳои муҳиме мебошад, ки дар амсиласозии масоили идоракунии истеҳсолот нақши назаррас мебозад.

Муаллифон таҳқиқи амсилавии сатҳи технологиро бо истифода аз усулҳои нақшавӣ-таҷрибавӣ амалӣ гардонида, ба андешае расиданд, ки дар таҷрибаи яквақта ду шакли он – пайдарҳам ва таснифиро истифода бурдан мумкин аст. Онҳо мавридҳои истифодаи таҷрибаи якҷояро муқаррар намуда, мавқеи истифодаи амсилаҳои бисёрузваро барои тавсифи равандҳои технологӣ нишон додаанд.

Муаллифон ҳамчунин қайд мекунанд, ки барои дарёфти амсилаҳои математикии объектҳои таҳқиқоти оморӣ таҳлили ҳамоҳангӣ ва регрессиониро истифода бурдан ба мақсад мувофиқ аст.

КАЛИДВОЖАҲО: равандҳои технологӣ, омил, хатоҳои тасодуфӣ, амсилаҳои бисёрузва, банақшагирӣ, коэффитсиент, регрессия, функсия, коррелятсия.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Шарифов Бахтиёр Латифович, омӯзгори кафедраи моделсозии математикӣ ва компютерии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон.

Афзалшоҳи Сафархон, омӯзгори кафедраи технологияи иттилоотӣ ва методикаи таълими информатикаи Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 93-180-90-00.

МОДЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УРОВНЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЫТНО-ГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА

В статье подчеркивается, что технологические процессы являются одним из важных проблем в котором моделирование вопросов управления производством играют заметную роль.

Авторы реализовав модельное исследование технологического уровня с использованием опытно-графического метода пришли к заключению, что на единовременном опыте возможно использование двух его форм – последовательной и классификационный. Они определили место многоузловой модели для характеристики технологических процессов

Авторы также подчеркивают, что для поиска математической модели исследовательских статических объектов целесообразно использовать координационный и регрессионный анализ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: технологические процессы, фактор, случайные ошибки, многоузловая модель, планирование, коэффициент, регрессия, функция, корреляция.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Шарифов Бахтиёр Латифович, преподаватель кафедры математического и компютерного моделирования Таджикского национального университета.

Афзалшохи Сафархон, преподаватель кафедры информационной технологии и методики преподавании информатики Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 93-180-90-00.

MODEL STUDY OF THE TECHNOLOGICAL LEVEL USING THE EXPERIMENTAL-GRAPHIC METHOD

The article emphasizes that technological processes are one of the important problems in which the modeling of production management issues play a significant role.

The authors, having implemented a model study of the technological level using the experimental-graphic method, came to the conclusion that on a one-time experience it is possible to use two of its forms - sequential and classification. They determined the place of the multi-node model for the characterization of technological processes.

The authors also emphasize that it is advisable to use coordination and regression analysis to search for a mathematical model of research static objects.

KEY WORDS: technological processes, factor, random errors, multi-node model, planning, coefficient, regression, function, correlation.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Sharifov Bakhtiyor Latifovich, lecturer at the department of mathematical and computer modeling of the Tajik National University.

Afzalshohi Safarkhon, lecturer at the department of information technology and methods of teaching informatics of the Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 93-180-90-00.

АТМОСФЕРАИ ҲАЁТБАХШ ВА МУҲОФИЗИ КУРАИ ЗАМИН

Исломов С.
Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав

Аз нимаи дуюми асри XX инҷониб таъсироти техногенӣ ба атмосфераи Замин торафт пурзӯр шуда истодааст, ки хеле ташвишовар мебошад. Дар раванди мубориза баҳри нигоҳдории атмосфера дар қатори чораҳои кам кардани партовҳои зарарноки корхонаҳои химиявӣ ва дигар тадбирҳои паст кардани таъсироти манфӣ ба атмосфера баланд бардоштани маданияти экологии инсоният зарур аст, яъне мо бояд ба дарки ҳар як фарди ҷамъият аҳамият ва нақши атмосфераро дар пойдории ҳаёт дар рӯйи Замин расонем.

Атмосфера қабати ҳавоии Заминро иҳотакунанда мебошад, ки бо якҷоягии вай чарх мезанад. Мо дар таги ин укёнуси ҳавоӣ умр ба сар мебарем. Инсон якчанд ҳафта бе истеъмоли хӯрок, якчанд рӯз бе об зиндагӣ карда метавонад, вале бе ҳаво якчанд дақиқа ҳам зинда монданаш ғайриимкон мебошад [1, с. 34].

Атмосфера ба тамоми ҷисмҳои рӯйи Замин бо қувваи як килограмм дар ҳар як сантиметри мураббаи сатҳи онҳо фишор меоварад. Масоҳати сатҳи Замин 510 млн. км^2 мебошад, аз ин ҷо вазни тамоми атмосфера бо рақами калони $5{,}1 \cdot 10^{15}$ т ифода карда мешавад ва ба ҳар як одами рӯйи Замин зиёда аз 650 ҳазор тонна ҳаво рост меояд. Азбаски тамоми ҳаёт дар рӯйи Замин дар таҳти фишори атмосферӣ ташаккул ёфтааст, бинобар ин, мо онро ҳис карда наметавонем, ба монанди он ки моҳиёни қаъри укёнусҳо фишори азими ба онҳо таъсиркунандаро ҳис намекунанд. Сатҳи умумии тани одам ба ҳисоби миёна қариб $20 \cdot 10^3$ см^2 мебошад, яъне одам барои худ ноаён доимо дар таҳти сарбории такрибан 20 т қарор дорад [1, с. 36-37].

Таҳқурсии ба таври ҳақиқӣ омӯхтани атмосфера, дар қатори дигар соҳаҳои зиёди физика аз тарафи Галилей гузошта шудааст. Гарчанде, ки бисёр олимон дар он давра атмосфераро ҳамчун як намуди материя эътироф намекарданд, Галилей фарз намуд, ки атмосфера навъи материя мебошад, бинобар ин, бояд вазн дошта бошад. Аз ин рӯ, вай ба муайян кардани зичии атмосфера машғул шуд. Галилей дар ихтиёраш ҳамагӣ насоси содаи фишурандаи ҳаво дошт, вале ба ҳамин нигоҳ накарда, тавонист муайян намояд, ки зарфи ҳавояш фишурдашуда, нисбат ба ҳамин гуна зарфи дорои ҳавои фишораш муътадил вазни зиёдтар дорад. Таҷрибаҳои Галилей нишон доданд, ки зичии ҳаво ба 1/400 зичии об баробар мебошад. Ин натиҷа аз рӯйи тартиби бузургӣ дуруст аст, зеро натиҷаҳои ҳозиразамон 1/700 мебошанд [2, с. 21-22].

Агар ҳаво вазн дошта бошад, пас вай бояд ба монанди сутуни об фишор оварад ва он бояд ба вазни сутуни ҳавои дар болои ҷисм ҷойгирбуда баробар бошад. Ин фишорро соли 1643 олими итолиёвӣ Торичелли, ки шогирди Галилей буд, ба таври таҷрибавӣ муайян намуд ва он ба як килограмм ба ҳар як сантиметри мураббаи сатҳи ҷисмҳо баробар буданаш маълум гардид [3, с. 179].

Баъди 11 соли аз тарафи Торичелли кашф карда шудани фишори атмосферӣ, моҳи майи соли 1654 Отто фон Герике – бургомистри шаҳри Магдебург (Германия) таҷрибаеро амалӣ намуд, ки таъсироти фишори атмосфериро ба таври хеле аёнӣ нишон медиҳад. Ин таҷриба ба Отто фон Герике на аз ҷиҳати маънидоди моҳияти физикии масъала, балки аз ҷиҳати истифодаи санъати театрӣ (саҳнабоб будан) шуҳрати ҷаҳонӣ овард [3, с. 183].

Расми 1. Таҷрибаи Отто фон Герике оид ба фишори атмосферӣ.

Барои таҷриба ду нимкураи металлиро тайёр намуданд, ки дар яке аз онҳо найчаи берун кашандаи ҳаво часпонида шуда буд. Нимкураҳоро болои ҳам монда, дар байни онҳо ҳалқаи чармини бо мум ҷабонидашударо ҷойгир намуданд. Бо ёрии насос аз холигии байни нимкураҳо ҳаво кашида гирифта шуд. Ҳар яке аз нимкураҳо дорои ҳалқаи мустаҳками пӯлодин буд. Ба ин ҳалқаҳо ҳаштоӣ аспҳоро баста, онҳоро ба тарафҳои муқобил кашида, кӯшиш намуданд, ки нимкураҳо аз ҳамдигар ҷудо карда шаванд, аммо ин кор муяссар нагардид. Вақте, ки ба дохили нимкураҳо ҳаво сар дода шуд, онҳо бе ягон қувваи беруна худ аз худ ҷудо шуданд (расми 1).

Дар ҳамин ҷо қайд кардан бамаврид аст, ки саракҳои устухонҳои ронҳо дар чуқурии пайвандкунии кос бо фишори атмосферӣ нигоҳ дошта мешаванд.

Аз рӯйи таркиби химиявӣ атмосфера омехтаи газҳо буда, аз 78% нитроген (аз рӯйи ҳаҷм), 21% оксиген ва 1% газҳои инертӣ, гидроген, дуоксиди карбон иборат мебошад.

Атмосфераи Замин қабат ба қабат мебошад, ки ҳар яки онҳо аз рӯйи хосиятҳои физикӣ ва химиявиашон фарқ мекунанд. Муҳимтарини ин хосиятҳо ҳарорат ва фишор мебошанд, ки дар асоси тағйирёбии онҳо қабатҳои зерини атмосферӣ ҷудо карда мешаванд: тропосфера, стратосфера, ионосфера, мезосфера, термосфера ва экзосфера.

Дар баландии 20-25 км, яъне дар дохили стратосфера қабати озонӣ ҷойгир аст, ки қисми зиёди нурафкании фаробунафши аз тарафи Офтоб афкандашударо фурӯ бурда, бо ҳамин мавҷудоти зиндаи рӯйи Заминро аз ҳалокат наҷот медиҳад.

Озон (O_3) – модификатсияи аллотропии оксиген буда, гази тези андак кабутоб мебошад. Молекулаи озон аз се атоми оксиген иборат аст. Озон яке аз оксидкунандаҳои зӯртарин ба шумор меравад, бинобар ин, барои безараргардонии об аз организмҳои касалиовар истифода бурда мешавад.

Манбаи асосии озони атмосфера-оксигени молекулавӣ O_2 мебошад, ки таҳти таъсири нурҳои фаробунафш ба атомҳои ҷудогона тақсим мешавад. Атомҳои оксиген O бо молекулаҳои O_2 пайваст шуда, молекулаҳои озонро O_3 ҳосил мекунанд [4, с. 540].

Ифлосшавии атмосфера ба вайроншавии озоносфера оварда мерасонад, зеро озон ба мавҷудияти ҳар гуна омехтаҳо хеле ҳассос мебошад. Дар шароити ҳозира вайроншавии қабати озонии атмосфера таҳти таъсири маҳсулоти истеҳсолоти саноатӣ мушкилоти экологии рақами як ба ҳисоб меравад. Тадқиқот нишон медиҳанд, ки ба атмосфера афтидани пайвастагиҳои химиявии таркибашон дорои атомҳои Ce, Br, NO, OH ба вайроншавии қабати озонӣ оварда мерасонад. Дар байни ин атомҳо аз ҳама хатарноктарин хлор мебошад, ки ба таркиби намудҳои гуногуни фреонҳо дохил аст. Ҳангоми таъсири байниҳамдигарии атомҳои хлор бо озон оксиди хлор ва оксиген ҳосил мешавад [4, с. 541].

$$O_3 + C\ell \rightarrow C\ell O + O_2$$

Ба ҳамин монанд, оксиди нитроген аз рӯйи реаксияи зерин миқдори озонро кам мекунад:

$$O_3 + NO \rightarrow NO_2 + O_2$$

Ин механизми вайроншавии қабати озонӣ хусусияти антропогенӣ дорад, зеро фреонҳо аз нимаи дуюми асри XX истеҳсол гардида, дар таҷҳизоти хунуккунӣ ва атриёт, истеҳсоли пластмассаҳо, инчунин ҳангоми ба таври химиявӣ шустани либосҳо васеъ истифода бурда мешаванд [5, с. 252].

Қайд кардан зарур аст, ки сӯрохии озонии дар болои Антрактида ҳосилшуда ба масоҳати ИМА баробар мебошад (дар ин ҷо миқдори озон то ба 50% кам шудааст). Азбаски аз нурафкании фаробунафши кайҳонӣ (дарозии мавҷ $\lambda = 380 - 1$ нм, энергияаш мувофиқан 3-1,2·10^3 эВ) ҳаётро дар рӯйи Замин қабати озонӣ муҳофизат менамояд, бинобар ин чунин ҳисоб мекунанд, ки бо нестшавии қабати озонии атмосфера тамоми мавҷудоти зиндаи рӯйи Замин нобуд мешавад.

Бо мақсади бартараф кардани оқибатҳои ҳалокатовари вайроншавии қабати озонӣ дар сатҳи байналмилалӣ як қатор чораҳо андешида шуданд, чунончи Конвенсияи Вена (соли 1985) ва Протоколи Монреал (соли 1987) қабул гардидаанд, ки истеҳсоли моддаҳои вайронкунандаи қабати озониро манъ менамоянд.

Дар барқароршавии таркиби нормалии атмосфера гардиши биогеохимиявии карбон бо иштироки растаниҳо аҳамияти муҳим дорад. Растаниҳо ва дарахтони ҷангалҳо дуоксиди карбонро фурӯ бурда, оксиген хориҷ менамоянд (реаксияи фотосинтез) [6, с. 453]:

$$nCO_2 + nH_2O \xrightarrow[\text{хлорофилл}]{\text{рушной}} (CH_2O)_n + nO_2$$

Дар ин ҷо, $n-$ ададҳои бутун, ки ба формулаҳои химиявии намудҳои аз ҳама паҳншудатарини карбогидратҳо $(CH_2O)_n$ мувофиқ меоянд (масалан, $n = 6$ барои глюкоза $C_6H_{12}O_6$).

Ҷои таассуф аст, ки дар шароити ҳозира ба ҷангалзорҳо зарари ҷиддӣ расонида шудааст, ки онро барқарор кардан зарур аст. Фақат дар давраи аз соли 1980 то 1995 180 млн. га ҷангал бурида шудааст. Аммо қайд кардан зарур аст, ки дар арзҳои тропикӣ буридани ҷангал ба андозае суст шудааст, ғайр аз ин, дар бисёр мамлакатҳо ба таври мунтазам ҷангалзори нав бунёд мекунанд [4, с. 534].

Солҳои охир ба туфайли кам шудани истеҳсоли фреонҳо ба андозае устуворшавии миқдори озон дар стратосфера ва ҳатто тамоюли барқароршавии он ба мушоҳида мерасад. Ҳисоби олимон нишон медиҳанд, ки раванди барқароршавии озон то охири асри ҷорӣ давом мекунад.

Атмосфера на танҳо мавҷудоти зиндаи рӯйи Заминро аз таъсири ҳалокатовари нурҳои фаробунафш муҳофизат менамояд, балки вай муҳофизи кураи Замин аз зарраҳои метеорӣ низ мебошад, ки бефосила Заминро аз фазои байнисайёравӣ бомбабарон мекунанд. Агарчанде, ки андозаи зарраи метеорӣ чандон калон нест, вай ба ҳар ҳол барои одам хатарнок мебошад. Аммо аз кайҳон ба сӯйи Замин ҷисмҳои калонтари массашон якчандтоннагӣ ва ҳатто баробари миллионҳо тонна ҳаракат мекунанд. Ин гуна ҷисмҳо ба худ номи метеороидро гирифтаанд. Метеороидҳое, ки ба Замин меафтанд, метеорит номида мешаванд.

Аксарияти метеороидҳо баъди ба атмосфераи Замин дохил шудан то ҳароратҳои 2500-3000°С тафсида, дар баландиҳои 70-40 км сӯхта нобуд мешаванд, вале аз ҳама калонтарини ин ҷисмҳо ба сатҳи Замин расида, дар он танӯра боқӣ мемонанд, ки онро ҳозир баъзан «астроблема» меноманд (аз юнонӣ маъноаш «ҷароҳати кайҳонӣ») ва қодиранд Заминро харобазор намоянд [7, с. 152; 8, с. 344].

Яке аз танӯраҳои мароқангез дар штати Аризонаи ИМА воқеъ мебошад. Диаметри вай 1200 м, чуқуриаш 175 м буда, деворҳои танӯра нисбат ба биёбони иҳотакунандааш 37 м баландӣ доранд. Синну соли танӯра ба 24 ҳазор сол баробар аст.

Баҳсу мунозираҳо то ҳозир ҳам дар атрофи метеорити Тунгус ё Сибирӣ, ки 30 июни соли 1908 дар тундра афтида буд, ба охир нарасидаанд. Ин метеорити масомадори массааш 10^6 т бо суръати 25 м/сон. ба атмосфера дохил шуда, дар баландии 7 км таркид ва мавҷи зарбаи пурзӯрро ҳосил намуд. Аз мавҷи зарба дар радиуси 30 км дарахтон чаппагардон шуданд, ҷангалзори масоҳаташ 2150 км^2 хароб гардид, дурахши рӯшноӣ 250 км^2 ҷангалро сӯхта нобуд кард. Ҳисобҳо нишон доданд, ки энергияи таркиш ба 10-20 Мт эквиваленти тротилӣ мувофиқ меояд (яъне ин таркиш 500-1000 маротиба аз тавоноии бомбаи атомии ба шаҳри Хиросима партофташуда зиёдтар аст) [8, с. 345].

Солҳои охир бо усули суратгирии ҳавоӣ дар сатҳи Замин қариб 115 танӯраҳо маълум карда шуданд, ки зиёда аз 10-тои онҳо дар Канада мебошанд. Аз ҷумла, чунин танӯра кӯлҳои Шарқӣ ва Ғарбии Клируотер, ки диаметрашон мувофиқан 20 ва 32 км, инчунин кӯли Маникуаган бо диаметри 65 км мебошанд.

Баъзан ҳангоми баланд будани суръати ҳаракати метеорит дар атмосфераи Замин метеоритҳои оҳанӣ ҳам майда-майда шуда мемонанд. Мисоли чунин ҳолат борони метеоритии Сухот-Алинск, ки 12 феврали соли 1947 дар Шарқи Дур дар ҳудуди силсилаи кӯҳҳои Сухот-Алинск рух дода буд, шуда метавонад. Дар масоҳати 2,4 км^2 якчанд ҳазор пораҳои метеорити оҳанӣ афтиданд. Қисми зиёди пораҳои афтида дар Замин хандаҳои васеи чуқур ҳосил намуданд. Массаи пораи аз ҳама калонтарини ин метеорит 1745 кг буд. Массаи умумии пораҳои ёфтшудаи метеорити Сухот – Алинск ба 23 тонна баробар аст. Ҳамин гуна ҳодиса 15 феврали соли 2013 дар вақти ба кӯли Чебаркул афтидани метеорити Челябинск ҳам мушоҳида карда шуд [7, с. 60; 8, с. 344].

Нобудшавии динозаврҳо дар охири давраи табошир 65 млн. сол пеш эҳтимол дар натиҷаи ба Замин афтидани ҷисми андозаҳояш баробари астероид ба амал омада бошад. Олимон муайян намуданд, ки дар қабатҳои таҳшинии охири давраи табошир миқдори элементи нисбатан камёфти иридий 30-160 маротиба нисбат ба қабатҳои давраҳои хеле аввал ва қабатҳои давраҳои хеле баъдӣ зиёдтар мебошад. Миқдори хеле баланди иридий дар қабатҳои охири давраи табошир далели пурқувватест, ки дар он давра ба Замин астероиди диаметраш қариб 10 км афтида буд. Дар натиҷаи таркиши пуриқтидор ба атмосфера зиёда аз ҳазор километри кубӣ гарду чанги хок бардошта шуданд. Ин гуна гарду чанг кифоя аст, ки дар муддати якчанд сол пеши ба Замин афтидани нуриҳои Офтоб банд карда шавад. Эҳтимол, дар ин вақт раванди фотосинтез вайрон гардида, занҷири таъминоти хӯрока канда шуд ва аз гуруснагӣ қисми зиёди муҳрадорони массаашон зиёда аз 10 кг ҳалок шуда, нисфи тамоми намудҳои организмҳои зинда нобуд гардиданд [7, с. 153].

Ҳисоби статистикӣ нишон медиҳанд, ки аз ҳар як 40 ҳазор метероиди ба атмосфераи Замин дохилшуда фақат яктои он ба сатҳи Замин расида мегирад. Бо дарназардошти дар атмосфера паҳну парешон шудани моддаи метероид дар як шабонарӯз ба Замин қариб 60 т моддаи метеоритӣ меафтад. Умуман, ҳисоб карда шудааст, ки дар як сол ба Замин қариб 5 млн. т гарду чанги кайҳонӣ мешинад. Азбаски масоҳати сатҳи Замин баробари 510 млн. км^2 мебошад, ин гарду чанг фақат ҳиссаи садии граммро дар як метри квадратӣ ташкил мекунад [1, с. 36].

Нишонаҳои аз ҳама хоси метеоритҳо, ки имконият медиҳанд онҳоро аз ҷинсҳои заминӣ фарқ намоем, ин пӯстлохи гудохта, ки метеоритро бо қабати тунуки на ғафстар аз 1 мм мепӯшонад, миқдори зиёди фаврақҳо ва қатраҳои дар сатҳи пораҳои метеорит шахшуда, инчунин чуқурчаҳои борики дарозрӯя, ки онҳоро фавраи ҳаво чок кардааст, мебошанд [7, с. 60].

Дар шароити ҳозира дар тамоми ҷаҳон қариб 3000 метеоритҳо бо массаи аз якчанд даҳҳо тонна то якчанд грамм ҷамъоварӣ карда шудаанд. Метеорити оҳании Гоба, ки аз ҳама калонтарин ба шумор меравад, соли 1920 дар Африқои Ҷанубу Ғарбӣ, дар ҳудуди Намибия дар қарибии шаҳри Гобабис дарёфт карда шудааст, ки андозаҳояш 3х3 м ва ғафсиаш аз 0,9 то 1 м буда, массааш 60 т мебошад [7, с. 59-60].

Заррраҳои метеорӣ дар роҳи ҳаракати худ молекулаҳои ҳаворо ионизатсия менамоянд, ки баъд онҳо рекомбинатсия намуда, рӯшноӣ медиҳанд. Бинобар ин, метеорҳои дурахшон баъди худ изе боқӣ мемонанд, ки дар муддати якчанд сония намудор аст. Метеорҳои хеле дурахшон болидҳо номида мешаванд (аз калимаи юнонии «болидос» - найзаи ба ҳаво партофташуда).

Ҳамин тариқ, атмосфера тамоми мавҷудоти зиндаи рӯйи Заминро аз зарбаи ҳалокатовари заррраҳои метеорӣ ва метеоритҳо, инчунин аз таъсири нурҳои хатарноки фаробунафш муҳофизат намуда, дар айни замон, оксиген ва дуоксиди карбони таркиби вай ҳаёти онҳоро пойдор нигоҳ медорад.

АДАБИЁТ:

1. Некрасов Б.В. Основы общей химии. Т.1. – М.: Химия,1973. – 656 с.
2. Липсон Г. Великие эксперименты в физике. – М.: Вузовская книга, 2011. – 196 с.
3. Ландау Л.Д., Китайгородский А.И. Физика для всех. – М.: Наука, 1974. – 391 с.
4. Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания. – М.: Академический проект, 2005. – 640 с.
5. Слово о молодежи. Книга для чтения и размышления. – М.: Политиздат, 1990. – 298 с.
6. Грабовский Р.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1980. – 607 с.
7. Гусейханов М.К. Основы астрофизики. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 208 с.
8. Климишин И.А. Астрономия наших дней. – М.: Наука, 1986. – 560 с.

АТМОСФЕРАИ ҲАЁТБАХШ ВА МУҲОФИЗИ КУРАИ ЗАМИН

Дар мақола нақши атмосфера дар пойдории ҳаёти мавҷудоти зинда ва ғайризиндаи рӯйи Замин нишон дода шудааст. Ғайр аз ин, дар бораи муҳофизи кураи Замин будани атмосфера аз зарбаи ҷисмҳои осмонии массаашон баробари садҳо ҳазор ва ҳатто миллионҳо тонна (метеоритҳо) маълумот оварда шудааст. Қайд карда мешавад, ки мутаассифона, аз нимаи дуюми асри XX инҷониб таъсироти техногенӣ ба атмосфераи Замин торафт пурзӯр шуда истодааст, ки хеле ташвишовар мебошад. Яке аз чунин таъсироти номатлуб вайроншавии қабати озонии атмосфера таҳти таъсироти партовҳои истеҳсолоти саноатӣ (фреонҳо) ба шумор меравад. Азбаски аз нурафкании фаробунафши кайҳонӣ ҳаётро дар рӯйи Замин қабати озонӣ муҳофизат менамояд, бинобар ин, чунин ҳисоб мекунанд, ки бо нестшавии қабати озонии атмосфера тамоми мавҷудоти зиндаи рӯйи Замин нобуд мешавад.

Қайд карда шудааст, ки солҳои охир ба туфайли кам шудани истеҳсоли фреонҳо ба андозае устуворшавии миқдори озон дар стратосфера ба мушоҳида мерасад. Ҳисоби олимон нишон медиҳанд, ки раванди барқароршавии озон то охири асри XXI давом мекунад.

КАЛИДВОЖАҲО: атмосфера, фишори атмосферӣ, Торичелли, сӯрохии озонӣ, фреонҳо, нурҳои ултрабунафш, метеорит, танӯра.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Исломов Сафарҳоҷа, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи методикаи таълими технологияи Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 989-02-44-92.

АТМОСФЕРА ДАРИТ ЖИЗНЬ И ОБЕРЕГАЕТ ЗЕМНОЙ ШАР

В статье рассмотрена роль атмосферы в существовании живых и неживых организмов на земном шаре. Кроме того, показано, что атмосфера защищает земной шар от губительных ударов космических тел (метеоритов) с массой равной сотнями тысяч и даже миллионов тонн. Отмечается, что к сожалению, начиная с второй половине XX века до настоящего времени идет нежелательная возрастающая тенденция техногенного воздействия на атмосферу Земли. Одним из таких примеров является разрушение озонового слоя атмосферы под влиянием выбросов продуктов промышленного производства (фреонов). Поскольку

озон защищает жизнь на Земле от воздействия космического ультрафиолетового излучения, считают, что все живые организмы на Земле могут погибнут от исчезновения озона в атмосфере.

Отмечается, что в последние годы благодаря уменьшению производства фреонов наблюдается некоторая стабилизация содержания озона в стратосфере. Расчеты ученых показывает, что процесс восстановления озона происходить в течение всего XXI века.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: атмосфера, атмосферное давление, Торичелли, озоновая дыра, фреоны, ультрафиолетовое излучение, метеорит, кратер.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Исломов Сафарходжа, кандидат технических наук, доцент кафедры методики преподавания технологии Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 989-02-44-92.

ATMOSPHERE GIVES LIFE AND PROTECTS THE EARTH

The article examines the role of the atmosphere in the existence of living and nonliving organisms on the globe. In addition, it has been shown that the atmosphere protects the earth from the destructive impacts of cosmic bodies (meteorites) with a mass equal to hundreds of thousands and even millions of tons. It is noted that, unfortunately, since the second half of the twentieth century to the present, there is an undesirable increasing trend of technogenic impact on the Earth's atmosphere. One such example is the destruction of the ozone layer of the atmosphere under the influence of emissions of industrial products (freons). Since ozone protects life on Earth from the effects of cosmic ultraviolet radiation, it is believed that all living organisms on Earth can die from the disappearance of ozone in the atmosphere.

It is noted that in recent years, due to a decrease in the production of freons, some stabilization of the ozone content in the stratosphere has been observed. Scientists' calculations show that the ozone recovery process takes place throughout the entire XXI century.

KEY WORDS: atmosphere, atmospheric pressure, Toracelli, ozone hole, freons, ultraviolet radiation, meteorites, crater.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Islomov Safarkhoja, candidate of technical sciences, associate professor of the department of technique teaching technology of Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 989-02-44-92

УДК 551.521.3, 551.583

ИССЛЕДОВАНИЕ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

Кодирова Х.И., Гардулло Б., Каюмов Б.
Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава

Введение. Изучению проб аэрозоля и почв методом ИК – спектроскопии посвящен ряд исследований. В некоторых работах [5; 7-13] изучен состав аэрозоля по ИК-спектрам проб, собранных с разных регионов Таджикистана.

Выявлено что пробы содержат соединения силикатов, сульфатов, карбонатов, нитратов, связанной с кристаллизационной водой и др. В некоторых работах [10], определены характеристики ИК–спектров субмикронной фракции аэрозоля. Например, в пробах, собранных зимой и летом, в 1984-1985 гг. по Республике, обнаружены аэрозольные частицы, размером $d<1$ мкм и $d>1$мкм. По результатам работы получена информация о молекулярном составе аэрозоля, которое характерно для аридной зоны.

Разница в химических составах пылевого аэрозоля с разных географических зон в основном обусловлена отличием источников образовании пылевых бурь. Установлено, что фракцию (грубодисперсную ($d>1$мкм)) АА по аридной зоне, в основном формируют частицы минерального происхождения. Эти частицы выносятся с поверхности земли и в связи с этим называются первичными. Частицы первичного аэрозоля в своём составе содержат силикаты, карбонаты, иногда нитраты. Спектральное исследование состава этих частиц показали их соответствие определенным полосам поглощения в инфракрасном спектре.

В некоторых работах [5; 7-10; 13] было установлено, что при повышенной прозрачности атмосферы, когда происходят продолжительные и интенсивные осадки, аэрозольные частицы состоят из сульфата аммония $(NH_4)_2SO_4$, а в некоторых случаях, в пробах можно обнаружить нитраты. Вторичные аэрозоли образуются в атмосфере из разнообразных газов и обнаруживаются в разных климатических зонах [2-13].

При ПБ и замутнении атмосферы частицы аэрозоля содержат в основном карбонаты и силикаты, которые образуются в почве. В этих пробах присутствие сульфатного компонента не означает, что в пробах существует сульфат аммония. Возможно, SO_4 находится в составе сульфатных минеральных частиц, а возможно имеет другую природу. В составе проб

мелкодисперсного аэрозоля, независимо от метеорологических условий, всегда наблюдается присутствие сажи, а иногда обнаруживается органика.

Анализ образцов аэрозольных частиц, полученных с Шаартуза, Санглока, Медвежьего ледника показывает, что результат по молекулярному составу аэрозольного вещества соответствует выше описанному [2].

Разница наблюдается в количествах присутствующей сажи. Чем ближе к городу, тем больше становится наличия сажи в пробах.

В сентябре 1980 г. проводился пылевой эксперимент и отбор проб частиц аэрозоля был произведён импактором. Прибор с германиевой подложкой, был установлен на наблюдательной площадке, расположенной в восточной части г. Душанбе [2]. Германиевая подложка пропускала ИК излучение в широком диапазоне спектра. Пробы были собраны в дневное время суток, так как утром и ночью в нижних слоях атмосферы накапливалась сажа и это затрудняло идентификацию состава аэрозольного вещества. Для проведения спектрального анализа, отбор проб производился в течение 16-22 часов. Время сбора проб, зависело от замутнённости атмосферы, например, 20 сентября 1989 г. было сильное замутнение воздуха и сбор проб продолжался 9 часов.

Спектры пропускания осажденных частиц, изучались в лабораторных условиях на спектрофотометре 2 «SPECORD-IR-75» в интервале частот **ν** = 4000 - 400 см$^{-1}$.

В составе аэрозоля были обнаружены органические вещества (включающие углеводородные группы CH), об этом свидетельствует присутствие слабых полос в области 2950 - 2800 см$^{-1}$.

В процессе исследования ПМ, помимо силикатов и карбонатов, в образцах мелкодисперсного аэрозоля с d≤1 мкм, выявлены сульфаты, этому соответствует появление полос в области 1100 и 615 см$^{-1}$ [9]. При этом, факт того, что полосы поглощения, относящиеся к колебанию NH_4 – группы, отсутствуют, доказывает, что присутствующие в пробах сульфаты не являлись сульфатом аммония.

О наличии в составе аэрозоля углеводородной группы CH свидетельствует присутствие слабых полос в интервале 2950 - 2800 см$^{-1}$.

Состав грубодисперсной фракции аэрозоля в период проведение эксперимента сохранялся постоянным [1]. В составе аэрозольных частиц наблюдались указанные минеральные компоненты. Необходимо отметить, что в пробах, собранных 18-19 сентября, содержание нитратов больше, чем в другие дни. Состав мелкодисперсной фракции аэрозольных частиц в зависимости от метеорологических условий претерпевал существенное изменение. В анализах проб, полученных 9-10 сентября, предшествующей ПМ, больше отмечался сульфатный компонент. В пробах, взятых в последующие дни, 23-25 сентября, после ПМ, в области 1080 и 615 см$^{-1}$ были особенно выражены полосы поглощения, относящиеся к группе SO_4. Наблюдающиеся полосы в области 1420-1400 см$^{-1}$ соответствуют спектрам NH_4 групп.

Результаты эксперимента показали, что все исследуемые пробы, (за исключением пробы от 20 сентября), содержали большое количество сажи, непрерывно возрастающий с ростом волнового числа *ν*.

Спектры проб частиц (d=1 мкм и более крупных) были подобны спектру проб, собранных во время пыльной мглы, что свидетельствует о почвенном происхождении грубодисперсного аэрозоля [9]. Сравнение спектров проб, взятых с одной местности, но в разное время года (зимой и летом), позволило наблюдать в спектре поглощения сезонную изменчивость. Изменение происходит относительно смещения полос поглощения группы SO_4 в области 1100 см$^{-1}$. Это говорит о том, что гидратация кристаллогидратов имеет разную степень влагосодержания зимой и летом.

В [9] показаны спектрограммы проб, собранных в г. Душанбе, на Памире и острове Врангеля, в зимнее и летнее время года. Спектр пробы фонового аэрозоля, собранной на Памире, на высоте 3000 м вдали от городов был похож на спектр пробы, полученной в окрестностях Душанбе. Полосы поглощения, образовавшиеся в спектрограммах, свидетельствуют о наличии в пробе веществ минерального происхождения. На графике четко отображена полоса поглощения силикатов для субмикронной фракции. Образование полос поглощения в интервале 1450 и 870 см$^{-1}$ доказывает присутствие в пробах карбонатов, входящих в состав большинства минералов. В ИК спектрах проб, собранных в зимнее время, был обнаружен аэрозоль минерального происхождения, о чем свидетельствует полоса поглощения, в интервале 1100 и 1000 см$^{-1}$. В спектре пробы наблюдаются все полосы, характерные для сульфата аммония. Полоса

поглощения в области 2850 и 2920 см$^{-1}$, соответствующая углеводородам, образовалась одинаково, как в спектре пробы фонового аэрозоля, так и в спектре пробы городского аэрозоля.

В холодное время года, спектры субмикронной фракции аэрозоля характеризуются присутствием сульфата аммония в разных регионах Таджикистана, от юга до севера. Авторы [5, 1] указывают, по ИК-спектрам полос поглощения, что аэрозоль содержит следующие компоненты: групп NH_4, SO_4, NO_3 и силикатов.

Необходимо отметить, характерность ИК-спектров пропускания образцов аэрозоля, которые связаны с непрерывным увеличением поглощения, в направлении коротких длин волн, что возможно, обусловлено содержанием сажевых частиц. Это отмечено в работе [7]. Поглощение сажи, с области 1800 см$^{-1}$, начинает резко увеличиваться. Такая ситуация приводит к росту поглощения аэрозольных проб.

В [9] приведено исследование динамики дисперсного содержания пылевого аэрозоля в Таджикистане. Для этого использованы наблюдения за составом пыли [САПЕКС-89].

На спектрограмме обнаруживаются отчетливо выраженные полосы поглощения в пределах 2800-3000 см$^{-1}$ и 3400 см$^{-1}$, 1580-1680 см$^{-1}$, 1400-1500 см$^{-1}$ и полосы в области 1000-1100 см$^{-1}$. Наличие полосы в области 1000-1100 см$^{-1}$ указывает на наличие большого количества силикатов и некоторого количества $(NH_4)_2(SO_4)$ в анализируемых пробах. В области 1400 - 1500 см$^{-1}$ была зафиксирована полоса поглощения, которая указывает на присутствие нитратов и карбонатов, а полоса 1580-1680 см$^{-1}$ относится к гидроксильной группе. В диапазоне частот 2800-3000 см$^{-1}$ присутствие слабых полос поглощения означает присутствие гидрокарбонатов CH, CH_2, CH_3, более того полоса со значением 3400 см$^{-1}$ соответствует группам аммония и гидроксила.

Образец	Дата сбора	Место нахождения	Широта	Долгота	Высота н.у.м., м
1	20.09.2009	Шаартуз, Айвадж, Пустыня	36°58′42″	68°01′11″	319
2	20.09.2009	Шаартуз, Айвадж, Метеостанция	36°58′42″	68°01′24″	319
3	20.09.2009	Шаартуз, Пустыня	37°00′58″	68°03`28″	324
4	20.09.2009	Пустыня, Кабадиян, Белый холм.	37°39′44″	68°08′38″	507
5	20.09.2009	Пустыня, Кабадиян, Красный холм	37°39′44″	68°08′38″	508

Необходимо отметить, что в целом, для ИК спектров полос поглощения атмосферного аэрозоля характерно присутствие групп SO_4, NH_4, NO_3 и SiO_4.

Для проведения анализа пробы были получены с южных районов Таджикистана (в таблицах указаны полученные пробы).

Таблица1

География отбора проб

Образец	*Дата сбора*	*Место нахождения*	*Широта*	*Долгота*	*Высота н.у.м., м*
59	*25-27.06.11*	*ЦР, Душанбе*	*38°33′11″*	*68°51′28″*	*821*
60	*16-17.06.11*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
61	*25-27.06.11*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
62	*14-16.07.11*	*ЮР, Айвадж*	*38°33′11″*	*68°51′28″*	*821*
63	*11-16.07.11*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
69	*13-17.09.11*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
70	*02-09.10.11*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
72	*08-09.08.11*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
73	*25.08.2011*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
74	*27.08.2011*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
75	*13-15.09.11*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
76	*03.10.2011*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*

Таблица 2

География отбора проб

Образец	*Дата сбора*	*Место нахождения*	*Широта*	*Долгота*	*Высота н.у.м., м*
59	*25-27.06.11*	*ЦР, Душанбе*	*38°33′11″*	*68°51′28″*	*821*
60	*16-17.06.11*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
61	*25-27.06.11*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
62	*14-16.07.11*	*ЮР, Айвадж*	*38°33′11″*	*68°51′28″*	*821*
63	*11-16.07.11*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
64	*10-12.08.11*	*ЦР, Душанбе*	*38°33′11″*	*68°51′28″*	*821*
68	*26-27.08.11*	*ЦР, Душанбе*	*38°33′11″*	*68°51′28″*	*821*
69	*13-17.09.11*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
70	*02-09.10.11*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
72	*08-09.08.11*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
73	*25.08.2011*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
74	*27.08.2011*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
75	*13-15.09.11*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
76	*03.10.2011*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
77	*05.10.2011*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
78	*20.10.2011*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
79	*26.10.2011*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*
80	*05 .11.2011*	*ЮР, Айвадж*	*36°58′42″*	*68°01′24″*	*319*

Таблица 3

География отбора проб

124	*07.08.13*	*Айвадж, атмосферные осадки*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*
125	*15.10.13*	*Ашт, почва*	*40°40′13″*	*70°20′24″*	*958*
127	*20.10.13*	*Айвадж, АА*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*
128	*18.11.13*	*Айвадж, АА*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*
129	*01.12.13*	*Айвадж, АА*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*
130	*14.12.13*	*Айвадж, АА*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*
135	*03.04.14*	*Айвадж, пыль*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*
136	*07.04.14*	*Айвадж, пыль*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*
137	*22-26.0414*	*Айвадж, пыль*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*
138	*04-06.0614*	*Айвадж, пыль*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*
139	*12-16.0614*	*Айвадж, пыль*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*
140	*30-04.0714*	*Айвадж, пыль*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*

Таблица 4

География отбора проб

Образец	*Дата сбора*	*Место нахождения*	*Широта*	*Долгота*	*Высота н.у.м., м*
157	*25.09.2014*	*Айвадж, пыль*	*36°58′45,5*	*68°01′24″*	*311*
158	*06.10.2014*	*Айвадж, пыль*	*36°58′45,5*	*68°01′24″*	*311*
159	*21.10.2014*	*Айвадж, пыль*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*
160	*27.10.2014*	*Айвадж пыль*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*
163	*06.04.2015*	*Айвадж, пыль*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*
164	*15.04.2015*	*Айвадж, пыль*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*
165	*24.04.2015*	*Айвадж пыль*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*
166	*26.04.2015*	*Айвадж, пыль*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*
167	*09.05.2015*	*Айвадж пыль*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*
168	*16.05.2015*	*Айвадж, пыль*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*
169	*08.06.2015*	*Айвадж пыль*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*

170	*14.06.2015*	*Айвадж, пыль*	*36°58′45,5″*	*68°01′24″*	*311*
183	*26.07.2015*	*Джиликуль, пыль*			
184	*26.07.2015*	*Кабадиян, пыль*	*37°39′44″*	*68°08′38″*	*507*
185	*26.07.15*	*Пустынная зона, Кабадиян, белый холм, пыль*	*37°39′44″*	*68°08′38″*	*507*
186	*26.07.15*	*Пустынная зона, Кабадиян, красный холм, пыль*	*37°39′44″*	*68°08′38″*	*508*
187	*26.07.15*	*Шаартуз, пыль*	*37°00′58″*	*68°03`28″*	*324*
188	*26.07.15*	*Метеост Айвадж, пыль*	*36°58′42″*	*68°01′11″*	*319*

Заключение. Полученные ИК – спектры ПБ показывают, что в зависимости от места сбора они отличаются друг от друга, следовательно, создание банка спектральных данных способствует интерпретации зоны образования и состава ПБ (ПМ). Полученных данных показывает, что в центральной части республики концентрации данных изотопов больше чем концентрации данных изотопов в южных регионах республики. Исследование ИК спектров ПА свидетельствуют о почвенном происхождении пылевого аэрозоля. Сравнительный анализ ИК - спектров и ПБ (ПМ) центральный и южных регионов респуьлики в диапазоне частот 4000–400 см$^{-1}$ позволяет оперативно определить источник образования ПБ (ПМ) концентрации радиоактивных элементов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Несмеянов, А.Н. Радиохимия / А.Н. Несмеянов. – М., 1978. – 559 с.
2. Пруткина, М.И. Справочник по радиометрической разведке и радиометрическому анализу / М.И. Пруткина, В.Л. Шашкин. – М.: Атомиздат, 1975. – 20 с.
3. Мирсаидов, И.У. Физико-химические основы получения урановых концентратов из отходов и сырьевых материалов / И.У. Мирсаидов. – Душанбе: Дониш, 2014. – 106 с.
4. Biometrika, 6 (1908), pp. 1 – 25, reprinted on pp. 11 – 34 in «Student's» Collected Papers, / Edited by E. S. Pearson and John Wishart with a Foreword by Launce McMullen, // Cambridge University Press for the Biometrika Trustees. – 1942.
5. Абдуллаев, С.Ф. Динамика распределения элементов и изотопов в образцах почвы и пыльной мглы юга Таджикистана / С.Ф. Абдуллаев, В.А. Маслов, Б.И. Назаров и др. // Оптика атмосферы и океана. – 2013. Т. 26. – №06. – С. 187-193.
6. Абдуллаев, С.Ф. Динамика распределения тяжелых металлов и радиоактивных изотопов в образцах почвы и пылевого аэрозоля юга Таджикистана / С.Ф. Абдуллаев, В.А. Маслов, Б.И. Назаров и др. // Оптика атмосферы и океана. – 2014. Т. 27. – №03. – С. 207-214.
7. Абдуллаев, С.Ф. Содержание элементов в пробах почв и пылевого аэрозоля в Таджикистане. / С.Ф. Абдуллаев, В.А. Маслов, Б.И. Назаров, У. Мадвалиев, Т. Давлатшоев // Оптика атмосферы и океана. – 2015. Т. 28. – №02. – С. 143-152.
8. Абдуллаев, С.Ф. Элементный состав почв и пылевого аэрозоля юго-центральной части Таджикистана. / С.Ф. Абдуллаев, В.А. Маслов, Б.И. Назаров, У. Мадвалиев, Т. Давлатшоев // Оптика атмосферы и океана. – 2015. Т. 28. – №03. – С. 246-255.
9. Абдуллаев, С.Ф. Влияние пылевой мглы на урожайность хлопчатника / С.Ф. Абдуллаев, В.А. Маслов, Б.И. Назаров // Аграрная наука. – 2012. – №5. – С. 23-25.
10. Абдуллаев, С.Ф. Влияние пыльных бурь на урожайность фисташки и пастбищных трав / С.Ф. Абдуллаев, В.А. Маслов, Б.И. Назаров // Аграрная наука. – 2012. – №12. – С. 21-22.
11. Абдуллаев, С.Ф. Аграрные последствия пылевой мглы в аридной зоне / С.Ф. Абдуллаев, В.А. Маслов, Б.И. Назаров // Аграрная наука. – 2013. – №5. – С. 4-5.
12. Абдуллаев, С.Ф. Вариации аэрозольной оптической толщи атмосферы в Душанбе по данным AERONET / С.Ф. Абдуллаев, В.А. Маслов, Н.Б. Курбонов и др. // Вестник Таджикского национального университета. – 2013. – №1/1 (102). – С. 86-93.
13. Абдурасулова, Н.А. Вариации температуры воздуха аридной зоны при пылевых вторжениях / Н.А. Абдурасулова, Б.И. Назаров, С.Ф. Абдуллаев, В.А. Маслов, А.Н. Махмудов // Вестник Таджикского национального университета. – 2016. Серия естественных наук. – №114 (216). – С. 272-280.

ТАҲҚИҚИ АЭРОЗОЛҲОИ АТМОСФЕРӢ БО МЕТОДИ ИК-СПЕКТРОСКОПӢ

Тоҷикистон дар роҳи манбаи чангу ғуборҳои аз биёбонҳои Аралкум, Кизилкум, Каракум, Дашти Кабир, Дашти Лут, Сахара, инчунин Гоби ва Такла-Макан оянда ҷойгир аст. Чангу ғуборҳои дар ин биёбонҳо баамаломада, аз қисмати ҷанубу ғарбии Тоҷикистон ба ҳудуди ҷумҳурӣ ворид шуда экологияи ҷумҳуриро вайрон мекунанд. Аз ин сабаб, аз минтақаҳои ҷанубии Тоҷикистон ба монанди н. Колхозобод, Шаҳритӯс (Айвач) Қабодиён (теппаҳои сурху сафед), намунаҳо гирифташуда, таҳлил гузаронида шуд. Таҳлили ИК-спектралӣ тавассути асбоби инфрасурхи спектроскопӣ гузаронида шуда, бо натиҷаҳои адабиёт муқоиса карда шуд. Таҳлил дар ҳудуди басомадҳои **ν**=4000-400 см$^{-1}$ гузаронида шуд. Намунаҳои аз санҷиш гузаронидашуда аз рӯи графикҳо таҳлил шуданд ва бо натиҷаҳои ИК- спектралии намунаҳои

мавсими баҳор Айвач (2011) муқоиса шуда, дар таркиби намунаҳо кадом гурӯҳи элементҳо ҷой доштанаш муайян гардид. Маълум гардид, ки дар таркиби намунаҳо бештар гурӯҳи компонентҳои зерин ҷой доштанд: OH; NH_2; NO_2; NH_4; CO_2; CO_3; NO_3; Si-O; C-C; C-O-C, ки аз рӯи шиддатнокиашон аз якдигар фарқ мекарданд.

КАЛИДВОЖАҲО: таҳлили молекулавӣ, чанги аэрозолӣ, изотопи радиоактивӣ, буҳрони чангӣ, буҳрони чангу ғубор.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Қодирова Ҳикоят Исматуллоевна, номзади илмҳои физика-математика, саромӯзгори кафедраи физикаи умумии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 93-373-86-89.

Баҳриддини Гардулло, магистранти кафедраи технологияи иттилоотии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 93-902-38-02.

Қаюмов Беҳзод, магистранти кафедраи физикаи умумии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав.

ИССЛЕДОВАНИЕ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

Исследование проводились в пробах взятие с южных регионов страны. Анализы проводились методом IK- спектроскопии в спектрометре «SPECORD-IR-75» в пределе частот **ν** = 4000 - 400 Исследования показало, что в составе исследуемых проб существует следующие компоненты; OH; NH_2; NO_2; NH_4; CO_2; CO_3; NO_3; Si-O; C-C; C-O-C; сульфатом аммония и др. Интерпретация основных компонентов аэрозолей осуществлена сопоставлением измеренных ИК-спектров и анализа литературы [48-49]. В спектрах, собранных образцов пылевого аэрозоля с Айваджа весной 2011 г., в области 3440 $см^{-1}$ проявляются интенсивные дублетные полосы поглощения с частотами максимума ($\nu_{макс}$).

Данные полосы поглощения различны по интенсивности и соответствуют валентным колебаниям группы OH, участвующим в водородной связи (ν_{OHacc}). В области частот 2900 $см^{-1}$ проявляется слабая дублетная полоса, относящаяся к антисимметричным колебаниям CH_2 – групп, органическим соединениям. Интенсивная полоса поглощения (1050 $см^{-1}$) относится к NH_4 (деформационные колебания CH_2 и CH_3), CO_3 - валентным колебаниям Si-O.

В области 860 $см^{-1}$ проявляется полоса поглощения, которая относится к CO_3. Кроме того, в спектре проявляется полоса средней интенсивности при 550 $см^{-1}$, которая соответствует деформационным колебаниям Si-O. Также в области 3400, 2900, 1410-1420 и 780 $см^{-1}$ – триплетная полоса поглощения с ($\nu_{макс}$), (кривая 2), остальные 5 слабых полос поглощения находятся в области 700, 600-650, 500, 520 и 480 $см^{-1}$. Три интенсивные полосы, наблюдаемые в спектре, относятся к следующим типам колебаний: к валентным колебаниям группы OH, участвующим в водородной связи ν_{OHacc}, антисимметричным колебаниям CH_2 с органическим соединением и деформационным колебаниям OH-групп NO_3; Si-O; C-C; C-O-C.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Кодирова Хикоят Исматуллоевна, кандидат физико-математических наук, ст. преподаватель кафедры общей физики Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 93-373-86-89.

Бахриддини Гардулло, магистрант кафедры технология информации Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 93-902-38-02.

Каюмов Бехзод, магистрант кафедры общей физики Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава.

ИССЛЕДОВАНИЕ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

Tajikistan is located in the direction of the global dust belt, on the way of which there are such sources of dust as the Aralkum, Kyzylkum, Karakum, Dashti Kabir, Dashti Lut, Sahara, as well as Gobi and Takla-Makan deserts. Dust storms that form in these deserts invade the Republic through the southern and western borders of the country. The phenomena occurring in a dusty atmosphere are especially important for the sustainability of the climate and the environment.

The research was carried out in samples taken from the southern regions of the country. The analyzes were carried out by the method of IK-spectroscopy in the spectrometer «SPECORD-IR-75» in the frequency range ν = 4000 - 400 cm-1. Studies have shown that the following components are present in the test samples; OH; NH_2; NO_2; NH_4; CO_2; CO_3; NO_3; Si-O; C-C; SOS; ammonium sulfate, etc.

The interpretation of the main components of aerosols was carried out by comparing the measured IR spectra and analysis of the literature. In the spectra of dust aerosol samples collected from Ayvaj in the spring of 2011, in the region of 3440 cm^{-1}, intense doublet absorption bands with frequencies of maximum (ν_{max}) appear.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Qodirova Hikoyat Ismatulloevna, candidate of physical and mathematical sciences, senior lecturer of the department of general physics of the Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 93-373-86-89.

Bahriddini Gardullo, master's student of the department of information technology of the Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 93-902-38-02.

Qayumov Behzod, master's student of the department of general physics of the Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav.

УДК 669.715:620.193

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ СПЛАВОВ В СИСТЕМЕ Al-Zr-Ca

Ганиев И.Н., Одиназода Х.О., Зокиров Ф.Ш.
Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими
Мухабатов Х.К.
Институт энергетики Таджикистана

Введение

Система Al-Zr [1-3]. Цирконий добавляют в небольших количествах в некоторые сплавы Al-Mg-Zn для снижения их склонности к коррозии под напряжением в результате формирования структуры с вытянутыми зернами и регулирования степени рекристаллизации. Цирконий также измельчает зерно, но его эффективность в этом отношении меньше, чем у титана, и не увеличивается от совместного легирования с бором.

В системе Al-Zr в области, богатой алюминием, происходит перитектическая реакция, при которой жидкость, содержащая 0,11% Zr, взаимодействует с соединением $ZrAl_3$ и образует алюминиевый твердый раствор. Наиболее вероятная температура 660,3^{0}C. Линия ликвидуса поднимается ступенчато от точки, отвечающей 0,11% Zr, проходит через точку, соответствующую 1,9% Zr при 977^{0}C, и достигает точки плавления соединения $ZrAl_3$ (53% Zr) равное 1577^{0}C. Наиболее достоверные значения растворимости циркония в твердом алюминии: 0,28% при 660,3^{0}C; 0,05-0,06% при 427^{0}C. Растворимость может быть увеличена до 2-2,5% Zr методом закалки из жидкого состояния.

В системе кроме соединения $ZrAl_3$ имеет место кристаллизации интерметаллида состава $ZrAl_2$ (62,83% Zr), которое образует эвтектику с фазой $ZrAl_3$ при 1487^{0}C. Интерметаллид $ZrAl_3$ имеет тетрагональную решетку (пространственная группа I 4/mmm, 16 атомов в элементарной ячейке) с периодами a=0,4013–0,4015 нм; c=1,732–1,735 нм: γ=4,100 т/см^3; $\rho=17\cdot10^{-8}$ Ом·м; HV=4270–7400 МН/м^2.

Период решетки алюминия растет линейно до величины 0,4054 нм, соответствующей сплаву с 2,2% Zr в твердом растворе. Сплав, содержащий 6% Zr имеет твердость равную 350-400 МН/м^2.

Цирконий способствует созданию центров кристаллизации в алюминии без переохлаждения при небольшом структурном несоответствии с матрицей. Основное действие присадок циркония состоит в повышении температуры рекристаллизации, достигающем 100^{0}C. Эффект наиболее значителен при наличии циркония в мелкодисперсной форме, что наблюдается после быстрой закалки при кристаллизации и последующего высокотемпературного распада.

Система Al-Ca [4-5]. В системе Al-Ca обнаружены два химических соединения характеристики, которых приведены ниже:

Соединение	*$CaAl_2$*	*α - $CaAl_4$*	*β - $CaAl_4$*
Сингония	-	*монокл.*	*тетрагон.*
Тип решетки	-	-	*о.ц.*
Тип структуры	*$MgCu_2$*	-	*$BaAl_2$*
Периоды решетки, нм *a* *в* *c*	 *0,8038* - -	 *0,6158* *0,6175* *1,1180*	 *0,436* - *1,109*

Сплав Al+7,6% Ca сочетает сверх пластичности с высокой поглощающей способностью (90-94%) в инфракрасной области солнечного спектра при 358K. Благодаря высокой технологичности этого сплава, хорошей коррозионной стойкости при комнатной температуре, малой плотности, низкой стоимости компонентов сплава – он является перспективным материалом для коллекторов солнечного излучения.

Данный сплав является эвтектической, т.к. в системе Al-Ca эвтектика Al+$CaAl_4$ соответствует концентрации 7,6% Ca и 617^{0}C, а $CaAl_4$ образуется по перитектической реакции

из $CaAl_2$ при 697^0C. Растворимость кальция в твердом алюминии при эвтектической температуре составляет -0,01% или менее [5].

Система Ca-Zr. В соответствии с прогнозом и расчетами авторов [6-8] в системе Ca-Zr имеет место монотектическая реакция, т.е. данная система являются монотектического типа с весьма ограниченной растворимостью компонентов в твердом и жидком состояниях. Эвтектика со стороны кальция и монотектика являются вырожденные. Взаимная растворимость компонентов ничтожно мала.

Система Al-Zr-Ca. Как следует из вышеприведенного обзора взаимодействие кальция и циркония с алюминием характеризуется образованием ряда интерметаллических соединений. Отсюда следует ожидать сложную конфигурацию тройной системы алюминий-цирконий-кальций. Заметное усложнение в строении диаграммы состояния алюминий-цирконий-кальций вносит также расслаивание компонентов в жидком состоянии, существование которого вытекает из диаграммы состояния цирконий-кальций и общих закономерностей строения диаграмм состояний металлических систем.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Для исследования тройной системы Al-Zr-Ca были получены сплавы весом 20гр. в вакуумной печи сопротивления типа СНВ в атмосфере гелия. Полученные сплавы подверглись термообработки при 500°С в откаченных кварцевых ампулах в течение 720 часов, затем закалялись в холодной воде комнатной температуры.

Химические состав полученных сплавов и результаты фазового анализа представлены в табл. 1. Фазовый состав сплавов системы Al-Zr-Ca исследовалось методами РФА, металлографическим анализом и измерением микротвердости структурных составляющих фаз. Исследованиями подтверждено существование двойных интерметаллических соединений $CaAl_2$, $CaAl_4$, $ZrAl_3$. Значения периодов решеток указанных соединений, вычисленных на основе рентгенографических исследований, хорошо согласуются с литературными данными (табл. 1).

Таблица 1

Состав, кристаллическая структура и периоды решеток интерметаллических соединений системы Al-Zr-Ca

Соединение	*Способ образования*	*Сингония*	*Простр-ная группа*	*Периоды решетки, нм*	
				a	*c*
$CaAl_4$	*инконгруэн.*	*тетрогон.*	*I4/mmm*	*0,4360*	*1,1090*
$CaAl_2$	*конгруэн.*	*кубичес.*	-	*0,8038*	*0,1011*
$ZrAl_3$	*конгруэн.*	*тетрогон.*	*I4/mmm*	*0,4013÷ 0,4015*	*0,1732÷ 0,1735*

Фазовая диаграмма состояния системы Al-Zr-Ca, в области богатой алюминием построена по данным исследования структуры более 100 сплавов и представлена на рис. 1.

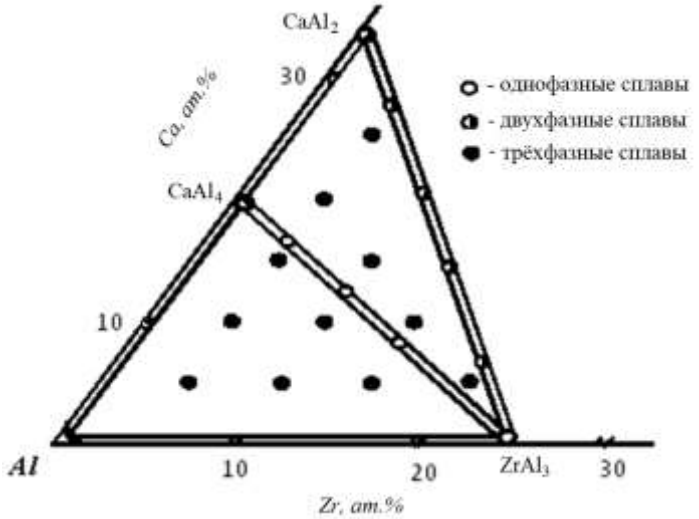


Рис. 1. Изотермическое сечения тройной системы Al-Zr-Ca при 773К/

Система характеризуется наличием полей с одно-, двух- и трехфазными равновесиями. Однофазные поля представляют собой незначительные области твердых растворов на основе алюминия, двойных интерметаллических соединений $CaAl_4$, CaAl2 и $ZrAl_3$. Наибольшей областью гомогенности обладает соединения состава $CaAl_4$, максимальная растворимость циркония в которых при 500^0C не превышает 1-2 ат.%.

Исследованиями установлено, что с алюминиевым твердым раствором в равновесии находятся в системе Al-Zr-Ca интерметаллиды $CaAl_4$ и $ZrAl_3$. Двухфазные равновесия существуют между интерметаллидами $ZrAl_3$ и $CaAl_4$, $CaAl_2$ (рис. 1). Взаимная растворимость интеметаллидов не превышает 2 моль%. Результаты рентгенофазового анализа показывают, что взаимное легирование не приводит к существенным изменениям значений межплоскостных расстояний интерметаллических соединений, а также алюминия. В системе Al-Zr-Ca установлено существование следующих трехфазных полей: Al-$ZrAl_3$-$CaAl_4$ и $ZrAl_3$-$CaAl_4$-$CaAl_2$.

Как известно, для практических целей наибольший интерес представляют сплавы алюминия, структура которых состоит в основном из алюминиевого твердого раствора. Однофазные сплавы алюминия обладают большей коррозионной стойкостью и пластичностью, так как в них не происходят межкристаллитные разрушения, обусловленные возникновением новых фаз в структуре сплавов. В связи с этим представляет определенный теоретический и практический интерес изучение совместной растворимости кальция и циркония в алюминии с целью установления границы области гомогенности в алюминиевом углу тройной системы алюминий-цирконий- кальций. Поставленная перед нами задача – разработка малолегированных коррозионностойких алюминиевых сплавов для кабельной техники напрямую зависит от решения данного вопроса, т.к. кабельные сплавы алюминия должны обладать повышенной пластичностью и коррозионной стойкостью. Таким сочетанием свойств могут обладать только сплавы из области алюминиевого твердого раствора.

Из литературных данных известно, что растворимость кальция в алюминии при 500^0C составляет менее 0,01 ат.% [5], циркония -0,013 ат.% [5]. Исследование растворимости проводили методами микроструктурного анализа и измерением микротвердости структурных составляющих сплавов. С этой целью были приготовлены тройные сплавы при соотношениях кальция к цирконию 1:1; 1:3; 1:5. При этом суммарное содержание кальция и циркония в сплавах с алюминием изменялось от 0,01 до 0,5 ат.% (табл. 2). Химический состав исследованных сплавов приведена в таблице 2. Величину растворимости компонентов определяли по перегибу на кривых изменения «микротвердость-состав», а фазовый состав сплавов контролировалось микроструктурным анализом с помощью микроскопа Neophot-31.

Таблица 2

Химический и фазовый состав исследованных сплавов системы Al-Zr-Ca при 773К

Состав сплавов, ат.%			*Фазовый состав сплавов*
Al	*Zr*	*Ca*	
90,0	*5,0*	*5,0Ca*	*α-Al+$CaAl_4$+$ZrAl_3$*
85,0	*10,0*	*5,0Ca*	*α-Al+$CaAl_4$+$ZrAl_3$*
80,0	*15,0*	*5,0Ca*	*α-Al+$CaAl_4$+$ZrAl_3$*
75,0	*20,0*	*5,0Ca*	*α-Al+$CaAl_4$+$CaAl_3$*
73,5	*20,0*	*6,5Ca*	*$CaAl_2$+$ZrAl_3$*
77,0	*15,0*	*8,0Ca*	*$CaAl_4$+$ZrAl_3$*
85,0	*5,0*	*10,0Ca*	*α-Al+$CaAl_4$+$ZrAl_3$*
80,0	*10,0*	*10,0Ca*	*α-Al+$CaAl_4$+$ZrAl_3$*
75,0	*15,3*	*10,0Ca*	*$CaAl_4$+$ZrAl_3$+$CaAl_2$*
77,0	*10,0*	*13,0Ca*	*$CaAl_4$+$ZrAl_3$*
80,0	*5,0*	*15,0Ca*	*α-Al+$ZrAl_3$+$CaAl_4$*
75,0	*10,0*	*15,0Ca*	*$CaAl_4$+$ZrAl_3$+$CaAl_2$*
70,0	*15,0*	*15,0Ca*	*$CaAl_2$+$ZrAl_3$*
75,0	*5,0*	*20,0Ca*	*$CaAl_4$+$ZrAl_3$+$CaAl_2$*
70,0	*10,0*	*20,0Ca*	*$CaAl_2$+$ZrAl_3$*
70,0	*5,0*	*25,0Ca*	*$CaAl_4$+$ZrAl_3$+$CaAl_2$*
67,0	*5,0*	*28,0Ca*	*$CaAl_2$+$ZrAl_3$*

66,7	-	*33,0Ca*	$CaAl_2$
80,0	-	*20,0Ca*	$CaAl_4$
75,0	*25,0*	-	$ZrAl_3$

Таблица 3

Изменение микротвердости алюминия при совместном легировании цирконием и кальцием при 773 К

Разрез	*Zr*	*Ca*	H_μ, *мПа*
	ат.%		
Zr:Ca=1:1	*0,001*	*0,001*	*186*
	0,025	*0,025*	*193*
	0,005	*0,005*	*232*
	0,010	*0,010*	*232*
	0,025	*0,025*	*231*
	0,050	*0,050*	*232*
	0,100	*0,100*	*235*
Zr:Ca=1: 3	*0,001*	*0,003*	*183*
	0,025	*0,0075*	*192*
	0,005	*0,015*	*245*
	0,010	*0,030*	*255*
	0,025	*0,075*	*258*
	0,050	*0,15*	*255*
	0,100	*0,300*	*254*
Zr:Ca=1: 5	*0,001*	*0,005*	*186*
	0,025	*0,0125*	*204*
	0,005	*0,025*	*225*
	0,010	*0,050*	*230*
	0,025	*0,125*	*228*
	0,050	*0,250*	*230*
	0,100	*0,500*	*225*

Для исследования микротвердости сплавов образцы после закалки подвергались механической полировке с последующим химическим удалением наклепанного слоя. Отсутствие наклепа контролировали измерением микротвердости чистого алюминия, которая составила 180 МПа. Результаты исследования микротвердости сплавов системы Al-Zr-Ca при 773 К обобщены в табл. 3.

По результатам исследований построена изотерма совместной растворимости кальция и циркония в алюминии, а также определялись границы фазовых областей в системе при 773 К (рис. 2).

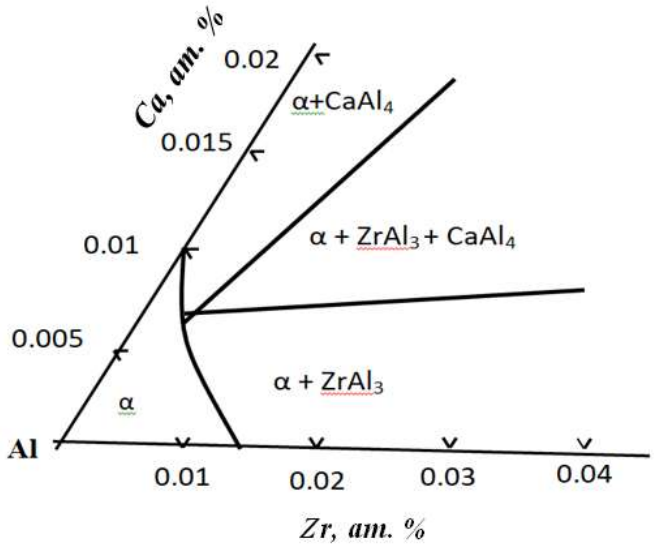


Рис. 2. Изотерма совместной растворимости циркония и кальция, в алюминии при 773К

Величина максимальной растворимости кальция при постоянном содержании циркония 0,005ат.% составило –0,008 ат.%. Добавки циркония приводят к снижению растворимости кальция в алюминии при 773К. Значения микротвердости алюминия при совместном легировании цирконием и кальцием возрастает до 230-250 МПа. Алюминиевый твердый раствор находится в двухфазном равновесии с интерметаллидами $ZrAl_3$, $CaAl_4$ и граничит с областью трехфазного равновесия α-Al+$ZrAl_3$+$CaAl_4$.

Выводы:

1. Методами микроструктурного, рентгенофазного анализов и измерением микротвердости структурных составляющих фаз построена изотермическое сечение тройной системы Al-Zr-Ca при 773 К. Показано, что в равновесии с алюминиевым твердым раствором находятся двойные интерметаллиды $CaAl_4$ и $ZrAl_3$. Соединение $ZrAl_3$ образует двухфазное равновесие с фазами $CaAl_4$ и $CaAl_2$.

2. Вышеуказанными методами определена изотерма совместной растворимости циркония и кальция в алюминии при 773 К. Установлено, что рост концентрации кальция в алюминии снижает растворимость циркония в нём.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алиева С.Г., Альтман М.Б., Амбарцумян С.М. и др. Алюминиевые сплавы. Промышленные алюминиевые сплавы. – М.: Металлургия, 1984. – 528 с.
2. Хансен М., Андерко К. Структуры двойных сплавов. В 2-х т. Т. 1 и 2. – М.: Металлургия, 1962. – 1488 с.
3. Вол А.Е. Строение и свойства двойных металлических систем. Т.4. – М.: Металлургия, 1979. – 578 с.
4. Мондольфо Л.Ф. Структура и свойства алюминиевых сплавов. – М.: Металлургия, 1979. – 640 с.
5. Дриц М.Е., Зусман Л.Л. Сплавы щелочных и щелочноземельных металлов. Спр. изд. – М.: Металлургия, 1986. – 248с.
6. Ганиев И.Н., Вахобов А.В., Назаров Х.М. Металлургия кальция, стронция и его сплавов. – Душанбе: Дониш, 2000. – 178 с.
7. Вахобов А.В., Вигдорович В.Н. К расчету гипотетических диаграмм состояния двойных систем. В кн.: Общие закономерности в строении диаграмм состояния металлических систем. – М.: Наука, 1973. – С. 98-100.
8. Вахобов А.В., Ганиев И.Н. Диаграммы состояния двойных и тройных систем с участием бария и стронция. – Душанбе: Дониш, 1992. – 296 с.

СОХТОРБАНДИИ ХӮЛАҲО ДАР СИСТЕМАИ Al-Zr-Ca

Бо усулҳои ренгенофазавӣ, микроструктуравӣ ва ченкунии микросахтӣ диаграммаи фазавии кунҷи алюминийи системаи Al-Zr-Ca дар ҳарорати 773 К сохта шудааст. Бо омӯзиши ҳалшавии якҷояи сирконий ва калсий дар алюминий нишон дода шудааст, ки афзоиши иловаи калсий бо алюминий ҳалшавии сирконийро дар он кам мекунад.

КАЛИДВОЖАҲО: системаи Al-Zr-Ca, бурриши изотермикӣ, ҳалшавии якҷоя, усулҳои ТРФ, таҳлили микроструктуравӣ, ченкунии микросахтӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Ғаниев Изатулло Наврӯзович, доктори илмҳои химия, академики АМИТ, профессори кафедраи технологияи истеҳсолоти химиявии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи М.С. Осимӣ. Тел.: (992) 93-572-88-99; e-mail: ganievizatullo48@gmail.com

Одиназода Ҳайдар Одина, доктори илмҳои техникӣ, узви вобастаи АМИТ, профессори кафедраи маводшиносӣ, мошинҳо ва таҷҳизоти металлургии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи М.С. Осими. E-mail: haydar.odinazoda@mail.ru

Зокиров Фурқатшоҳ Шаҳриёрович, номзади илмҳои техникӣ, саромӯзгори кафедраи физикаи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи М.С. Осимӣ. Тел.: (992) 93-402-10-12; e-mail: zokirov090514@mail.ru

Муҳабатов Ҳамрохон Қурбонович, ноиби ректор оид ба масоили иқтисодӣ, маъмурӣ ва хоҷагии Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон. Тел.: (992) 777-07-65-05; e-mail: m_khamrokhon@mail.ru

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ СПЛАВОВ В СИСТЕМЕ Al-Zr-Ca

Методами рентгенофазового, микроструктурного анализов, измерением микротвердости фаз, построено изотермическое сечение фазовой диаграммы алюминиевого угла системы Al-Zr-Ca при 773К. Исследованием совместной растворимости циркония и кальция в алюминий показано что рост добавок кальция в алюминии снижает растворимость циркония в нём.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: система Al-Zr-Ca, изотермическое сечение, совместная растворимость, метод РФА, микроструктурный анализ, измерение микротвердости.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Ганиев Изатулло Наврузович, доктор химических наук, академик НАНТ, профессор кафедры технологии химических производств Таджикского технического университета имени М.С. Осими. Тел.: (992) 93-572-88-99; e-mail: ganievizatullo48@gmail.com

Одиназода Хайдар Одина, доктор технических наук, чл.-корр. НАНТ, профессор кафедры материаловедения, металлургические машины и оборудования Таджикского технического университета имени М.С. Осими. E-mail: haydar.odinazoda@mail.ru

Зокиров Фуркатшох Шахриёрович, кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры физики Таджикского технического университета имени М.С. Осими. Тел.: (992) 93-402-10-12; e-mail: zokirov090514@mail.ru

Мухабатов Хамрохон Курбонович, проректор по экономическим, административным и хозяйственным вопросам Института энергетики Таджикистана. Тел.: (992) 777-07-65-05; e-mail: m_khamrokhon@mail.ru

STRUCTURE FORMATION OF ALLOYS IN THE Al-Zr-Ca SYSTEM

The isothermal cross-section of the phase diagram of the aluminum angle of the Al-Zr-Ca system at 773K is constructed using X-ray phase analysis, microstructure analysis, and measurement of the microhardness of the phases. The study of the joint solubility of zirconium and calcium in aluminum shows that the growth of calcium additives in aluminum reduces the solubility of zirconium in it.

KEY WORDS: Al-Zr-Ca system, isothermal cross-section, joint solubility, XRD method, microstructural analysis, microhardness measurement.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Ганиев Изатулло Наврузович, доктор химических наук, академик НАН Таджикистана, профессор кафедры технологии химических производств Таджикского технического университета имени М.С. Осими. Тел.: (992) 93-572-88-99; E-mail: ganievizatullo48@gmail.com

Одиназода Хайдар Одина, доктор технических наук, чл.-корр. НАНТ, профессор кафедры материаловедения, металлургические машины и оборудования Таджикского технического университета иени. М.С. Осими. E-mail: haydar.odinazoda@mail.ru

Зокиров Фуркатшох Шахриёрович, кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры физики Таджикского технического университета имени М.С. Осими. Тел.: (992) 93-402-10-12; e-mail: Zokirov090514@mail.ru

Мухабатов Хамрохон Курбонович, проректор по экономическим, административным и хозяйственным вопросам Института энергетики Таджикистана. Тел.: (992) 777-07-65-05; e-mail: m_khamrokhon@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Ghaniev Izatullo Navruzovich, doctor of chemical sciences, academician of the National Academy of Science Tajikistan, professor of the department of technology of chemical production of the Tajik Technical University named after M.S. Osimi. Phone: (992) 93-572-88-99; e-mail: ganievizatullo48@gmail.com

Odinazoda Haydar Odina, doctor of technical sciences, corresponding member National academy of science Tajikistan, professor of the department of materials science, metallurgical machines and equipment of the Tajik Technical University named after M.S. Osimi. E-mail: haydar.odinazoda@mail.ru

Zokirov Furqatshoh Shahriyorovich, candidate of technical sciences, senior lecturer at the department of physics of the Tajik Technical University named after M.S. Osimi. Phone: (992) 93-402-10-12; e-mail: zokirov090514@mail.ru

Muhabatov Hamrokhon Qurbonovich, vice-rector for economic, administrative and economic affairs of the Institute of Energy of Tajikistan. Phone: (992) 777-07-65-05; e-mail: m_khamrokhon@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НЕОДИМА НА АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЦИНКОВОГО СПЛАВА Zn0,5Al, В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ

Фирузи Хамрокул, Ганиев И.Н,
Институт химии имени В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана
Обидов З.Р.
Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими
Ширинов М.Ч.
Таджикский государственный педагогический университет имени С. Айни

Основой разработки новых сплавов на основе цинка и алюминия, совершенствования технологии производства и улучшения их свойств является развитие фундаментальных научных металловедческих исследований наряду с решением технологических задач. Важной интерес к легированным сплавам, прежде всего, обусловлен возможностью значительного улучшения, а иногда принципиального изменения физико-химических свойств известных материалов. Поэтому, экспериментальное исследование физико-химических свойств Zn-Al сплавов,

несомненно, представляет как научный, так и практический интерес, особенно в свете широкого использования его в качестве защитных покрытий [1-3].

Цинк наиболее часто используется в электрохимических производствах металлопокрытий. До 40% от мировых запасов цинка расходуется для защиты металлоконструкций от коррозии. Цинковые покрытия относятся к анодным и защищают стальные поверхности электрохимически. В атмосферных условиях поверхность цинка тускнеет вследствие образования тонкого слоя оксида, защищающего металл от дальнейшего окисления [1-3].

В настоящее время для защиты от коррозии изделий из стали и чугуна применяются металлические покрытия на основе цинковых и алюминиевых сплавов, наносимые на поверхность изделий различными методами [4-7].

Наиболее универсальными и распространенными являются цинк-алюминиевые покрытия типа «Гальфан-1» и «Гальфан-2» (сплавы цинка с 5 и 55 мас.% алюминия) с высокими защитными свойствами, которые можно наносить горячим методом путем погружения стальных конструкций в расплав покрывающего изделия [8-10]. С целью повышения коррозионной стойкости гальфановых покрытий, авторами [11-13] разработаны новые защитные цинк-алюминиевые покрытия с указанными элементами периодической таблицы. Имеются сведения об анодном поведении данных сплавов в кислых, нейтральных и щелочных средах [14-16]. Установлена эффективность их легирования третьими компонентами [17-20].

В работе [21] сообщается об особенностях получения и преимуществах использования электрохимических покрытий из сплавов цинка с молибденом и оловом. Исследованы особенности нанесения покрытий Zn-Mo и Zn-Sn и сплавов на основе каждого из этих металлов. Выявлено, что такие покрытия обладают преимуществами по сравнению с покрытиями, образованными только одним из металлов. Введение небольшого количества молибдена в состав цинкового покрытия в процессе электролиза даёт возможность получать покрытия Zn-Mo сплавов, которые отличаются более высокой защитной способностью, чем цинковые покрытия [22]. Показана эффективность их использования в атмосферных условиях повышенной жесткости (морские среды, приморские зоны, тропики и другие факторы внешней среды) [21].

В научной литературе и в сети интернета нами не обнаружены сведения, относящиеся к влиянию неодима на анодное поведение эвтектоидного сплава Zn0,5Al. Известно, что существующая система разработки анодных сплавов методом проб и ошибок не удовлетворяет и вызывает необходимость систематизации принципов синтеза сплавов и обоснования выбора легирующих элементов и их комплексов. Так, при оценки влияния легирующих элементов на свойства сплавов, основной характеристикой являются предел растворимости легирующего элемента в алюминии и цинка при температуре эвтектики или перитектики и коэффициент распределения, выражаемый отношением растворимости легирующего элемента в жидкой и твёрдой фазах основы сплава, которая характеризует степень неоднородности и распределения легирующего элемента в структуре сплава, его концентрацию по границам зёрен. Легирующий элемент сплава может выступить либо в роли модификатора, либо структурообразователя. Исходя из этого, в качестве легирующего компонента цинкового сплава Zn0.5Al был выбран неодим.

Цель работы заключается в изучении влияния добавок неодима на анодное поведение цинкового сплава Zn0,5Al, предназначенного для нанесения защитного покрытия на сталь горячим методом.

В качестве исходных материалов использовали цинк квалификации ЧДА (гранулированный), алюминий марки А7 и его лигатуру с неодимом (10 мас.% Nd), которая синтезировалась в шахтной печи электрического сопротивления типа СШОЛ в интервале температур 700…850°С. Химический состав сплавов оценивали методом микрорентгеноспектрального анализа на приборе SEM (Южная Корея). Точность определения содержания неодима составляла $\pm 10^{-3}$% от измеренной величины.

Из каждой плавки отливали в графитовую изложницу стержни диаметром 8 мм и длиной 140 мм. Торцевая часть образцов изолировалась коррозионностойким лаком, что позволяло исследовать в них одинаковую подготовленную площадь поверхности. Перед погружением образца в рабочий раствор его торцевую часть зачищали наждачной бумагой, полировали и обезжиривали в течение 10-15с в 10%-ном растворе NaOH. Температура раствора в ячейке поддерживалась постоянной (20 °С) с помощью термостата МЛШ-8. Электродом сравнения служил хлоридсеребряный, вспомогательным – платиновый.

Потенциостатическое исследование влияние добавок неодима на анодное поведение цинкового сплава Zn0.5Al проводилось в щелочных средах 0,001н. (pH=10), 0,01н. (pH=11) и 0,1н. (pH=12) электролита NaOH со скоростью развёртки потенциала 2 мВ·с$^{-1}$ на потенциостате ПИ-50.1.1 по методике, описанной в работах [23-25].

Исследование изменения потенциала свободной коррозии (-$E_{св.кор.}$, В) цинкового сплава Zn0.5Al, легированного неодимом, во времени, в щелочной среде проводили в течение 1 часа. Для всех исследованных групп сплавов отмечено незначительное смещение потенциала в положительную область, что объясняет динамику формирования защитной оксидной плёнки, которая завершается к 40 мин от начала процесса. По мере увеличения концентрации гидроксид-иона в электролите NaOH величина $E_{св.кор.}$ смещается в отрицательную область значений, что косвенно свидетельствует о снижении коррозионной стойкости сплавов в щелочной среде (табл. 1).

Таблица 1

Изменения потенциала свободной коррозии (-$E_{св.кор.}$, В) цинкового сплава Zn0.5Al, легированного неодимом, во времени, в щелочной среде

Среда NaOH	*Добавки Nd в сплаве, мас.%*	*Время выдержки сплава, минут*							
		1/3	*2/3*	*1*	*5*	*15*	*40*	*50*	*60*
0,001н	-	*1,032*	*1,032*	*1,031*	*1,029*	*1,025*	*1,025*	*1,025*	*1,025*
	0,01	*0,927*	*0,926*	*0,925*	*0,923*	*0,920*	*0,907*	*0,907*	*0,907*
	0,05	*0,923*	*0,920*	*0,918*	*0,914*	*0,911*	*0,803*	*0,803*	*0,803*
	0,1	*0,886*	*0,884*	*0,884*	*0,878*	*0,874*	*0,862*	*0,862*	*0,862*
	0,5	*0,960*	*0,960*	*0,955*	*0,952*	*0,950*	*0,939*	*0,939*	*0,939*
	1,0	*0,974*	*0,973*	*0,971*	*0,968*	*0,963*	*0,955*	*0,955*	*0,955*
0,01н	-	*1,056*	*1,055*	*1,050*	*1,050*	*1,048*	*1,048*	*1,048*	*1,048*
	0,01	*0,984*	*0,984*	*0,982*	*0,973*	*0,968*	*0,959*	*0,959*	*0,959*
	0,05	*0,966*	*0,965*	*0,964*	*0,952*	*0,949*	*0,937*	*0,937*	*0,937*
	0,1	*0,932*	*0,930*	*0,929*	*0,923*	*0,917*	*0,915*	*0,915*	*0,915*
	0,5	*0,986*	*0,983*	*0,982*	*0,980*	*0,976*	*0,967*	*0,967*	*0,967*
	1,0	*1,011*	*1,009*	*1,008*	*1,006*	*0,995*	*0,984*	*0,984*	*0,984*
0,1н	-	*1,216*	*1,215*	*1,213*	*1,213*	*1,210*	*1,210*	*1,210*	*1,210*
	0,01	*1,011*	*1,010*	*1,002*	*1,001*	*0,997*	*0,985*	*0,985*	*0,985*
	0,05	*1,002*	*1,001*	*0,991*	*0,993*	*0,986*	*0,977*	*0,977*	*0,977*
	0,1	*0,996*	*0,996*	*0,994*	*0,981*	*0,972*	*0,963*	*0,963*	*0,963*
	0,5	*1,025*	*1,024*	*1,023*	*1,017*	*1,010*	*1,000*	*1,000*	*1,000*
	1,0	*1,037*	*1,035*	*1,033*	*1,028*	*1,020*	*1,018*	*1,018*	*1,018*

В последние годы с применением потенциодинамических методов стало возможным оценить роль электродного потенциала в поведении сплава при пассивации и в пассивном состоянии. Оказалось, что зависимость скорости растворения от потенциала является важнейшей коррозионной характеристикой сплава, которая может быть использована как для предсказания его коррозионной стойкости, так и для выбора способа защиты в заданных условиях [26-28].

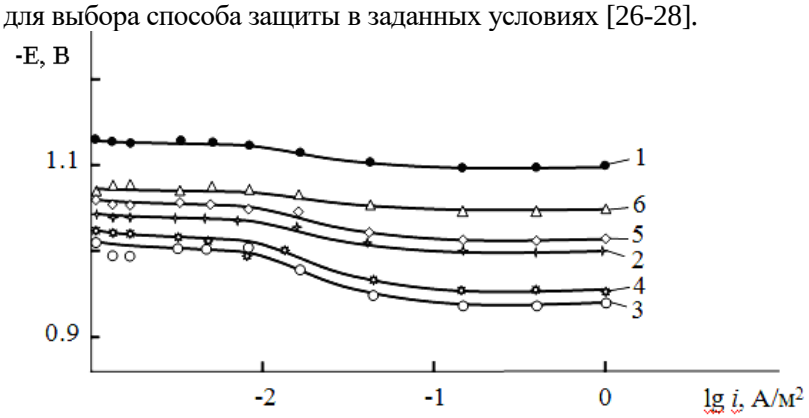


Рис. 1. Потенциодинамические поляризационных кривых (скорость развёртки потенциала 2мВ/с) анодные ветви цинкового сплава Zn0,5Al (1), содержащего неодима, мас. %: 0,01 (2); 0,05 (3); 0,1 (4); 0,5 (5); 1,0 (6), в среде электролита 0,1н NaOH

Представленные на рисунке анодные ветви потенциодинамических кривых поляризации цинкового эвтектоидного сплава Zn0,5Al, легированного неодимом, в щелочной среде электролита гидроксида натрия, показывают о смещении анодных кривых (2-4) исследованных сплавов в область положительных значений наблюдаемого потенциала при сравнении с анодной кривой (1) цинкового эвтектоидного сплава Zn0,5Al, что свидетельствует об уменьшении растворения анодных сплавов. Из рисунка наблюдается, что исследованные анодные кривые поляризации, относящиеся к сплавам, легированным неодимом, располагаются правее кривой цинкового сплава, то есть кинетика анодного растворения у них несколько больше, чем у базового сплава Zn0,5Al во всех коррозионных средах электролита NaOH. Следовательно, легированные цинковые сплавы относятся к защитным покрытиям с более химической активностью легко вступающие при соединении с кислородом. В результате коррозионного процесса на их поверхности мгновенно образуются защитные покрывные плёнки.

Благоприятное действие легирующих добавок неодима на анодное поведение эвтектоидного цинкового сплава Zn0,5Al не только обусловливается улучшением истинной поверхности сплава-покрытия либо уплотнением защитного покровного слоя продуктами коррозии. Анодная и протекторная устойчивость указанных литых сплавов, кроме химического состава также сильно зависит от характера кристаллизации фаз и модификация их структуры, которые значительно изменить их коррозионную стойкость.

Добавки неодима в диапазоне изученной концентрации сдвигают коррозионно-электрохимические потенциалы цинкового сплава Zn0,5Al в положительную сторону во всех исследуемых щелочных средах при различной концентрации электролита NaOH. Особенно, наиболее заметен рост потенциалов коррозии, питтингообразования и репассивации цинкового сплава при введении в его состав неодимом в положительном направлении, в щелочной среде 0,001н электролита NaOH (табл. 2).

Таблица 2

Анодные характеристики цинкового сплава Zn0,5Al, легированного неодимом, в щелочной среде

Среда NaOH	*Добавки Nd в сплаве, мас.%*	*Электрохимические потенциалы, В (х.с.э.)*				*Скорость коррозии*	
		$-E_{св.кор.}$	$-E_{кор.}$	$-E_{п.о.}$	$-E_{реп.}$	$i_{кор.}\cdot 10^2$ *А/м²*	$K\cdot 10^3$ *г/м² · ч*
0,001н	-	1,025	1,033	0,845	0,853	0,116	1,41
	0,01	0,907	0,925	0,812	0,823	0,099	1,21
	0,05	0,803	0,911	0,805	0,812	0,093	1,13
	0,1	0,862	0,883	0,798	0,803	0,091	1,11
	0,5	0,939	0,940	0,828	0,833	0,108	1,32
	1,0	0,955	0,960	0,830	0,840	0,111	1,35
0,01н	-	1,048	1,058	0,892	0,900	0,127	1,55
	0,01	0,959	0,973	0,860	0,871	0,107	1,31
	0,05	0,937	0,955	0,855	0,861	0,101	1,23
	0,1	0,915	0,923	0,845	0,848	0,096	1,17
	0,5	0,967	0,974	0,870	0,884	0,120	1,46
	1,0	0,984	0,991	0,876	0,887	0,122	1,49
0,1н	-	1,210	1,216	0,920	0,936	0,133	1,62
	0,01	0,985	0,990	0,895	0,896	0,118	1,44
	0,05	0,977	0,980	0,890	0,900	0,115	1,40
	0,1	0,963	0,970	0,883	0,904	0,110	1,34
	0,5	1,000	1,010	0,901	0,911	0,124	1,51
	1,0	1,018	1,022	0,906	0,919	0,126	1,54

В целом, проведенные исследования влияние добавок неодима на анодное поведение цинкового сплава Zn0,5Al в щелочных средах 0,001н. (pH=10), 0,01н. (pH=11) и 0,1н. (pH=12) NaOH показали возможность несколько повышения коррозионной стойкости анодных покрытий за счет оптимизации их состава. Легирующие добавки неодима (0,01÷1,0 мас.%) способствуют несколько снижению скорость коррозии цинкового сплава Zn0,5Al (табл. 2). Разработанные сплавы рекомендуются как анодных покрытий для защиты от коррозии углеродистых стальных конструкций, изделий и сооружений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Шлугер А.М., Ажогин Ф.Ф., Ефимов Е.А. Коррозия и защита металлов. – М.: Металлургия, 1981. – 216 с.
2. Виткин А.И., Тейндл И.И. Металлические покрытия листовой и полосовой стали. – М.: Металлургия, 1971. – 493 с.
3. Кечин В.А., Люблинский Е.Я. Цинковые сплавы. – М.: Металлургия, 1986. – 247 с.
4. Mazilkin A.A., Straumal B.B., Borodachenkova M.V., Valiev R.Z., Kogtenkova O.A., Baretzky B. Gradual softening of Al-Zn alloys during high-pressure torsion // Materials Letters. – 2012. Vol. 84. – P. 63–65. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.matlet. 2012.06.026.
5. Obidov Z.R. Thermophysical Properties and Thermodynamic Functions of the Beryllium, Magnesium and Praseodymium Alloyed Zn-55Al Alloy // High Temperature. – 2017. Vol. 55. – №1. – P. 150-153. DOI: 10.1134/S0018151 X17010163.
6. Яковлева А.А., Анциферов Е.А., Гусева Е.А., Садловский С.В. Влияние защитного покрытия на основе органического связующего на коррозионную устойчивость стали // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2019. Т. 9. – №4. – С. 600–611. DOI: https://doi.org/10.21285/ 2227-2925-2019-9-4-600-611.
7. Valiev R.Z., Murashkin M.Yu., Kilmatov A., Straumal B., Chinh N.Q., Langdon T.G. Unusual superductility at room temperature in an ultrafine-grained aluminum alloy // Journal of Materials Science. – 2010. Vol. 45. – № 17. – P. 4718-4724. DOI: 10.1007/s10853-010-4588-z.
8. Amini R.N., Irani M., Ganiev I., Obidov Z. Galfan I and Galfan II Doped with Calcium, Corrosion Resistant Alloys // Oriental Journal of Chemistry. – 2014. Vol. 30. – №3. – P. 969-973. DOI: http://dx.doi.org/10.13005/ojc/300307.
9. Uesugi T., Takigawa Y., Kawasaki M., Higashi K. Achieving room-temperature superplasticity in an ultrafin-grainer Zn-22% Al alloy // Letters on materials. – 2015. – №5(3). – P. 269-275. DOI: http://www.lettersonmaterials.com.
10. Обидов З.Р. Анодное поведение и окисление сплавов Zn5Al и Zn55Al, легированных барием // Известия СПбГТИ (ТУ). – 2015. – №31(57). – С. 51–54.
11. Amini R.N., Obidov Z.R., Ganiev I.N., Mohamad R.B. Potentiodynamical Research of Zn-Al-Mg Alloy System in the Neutral Ambience of NaCl Electrolyte and Influence of Mg on the Structure // Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology. – 2012. – №2. – P. 110-114. DOI: 10.4236/jsemat.2012.22017.
12. Maniram S.G., Satender D., Manoj Sh., Upadhyay N.C. Effect of fly ash particles on the mechanical properties of Zn-22% Al alloy via stir castimg method // IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering. – 2013. Vol. 10. Issue 2. – P. 39-42. DOI: http://www.iosrjournals.org.
13. Obidov Z.R. Effect of pH on the Anodic Behavior of Beryllium and Magnesium Doped Alloy Zn55Al // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2015. Vol. 88. – №9. – P. 1451-1457. DOI: 10.1134/S1070427215090116.
14. Amini R.N., Obidov Z.R., Ganiev I.N., Mohamad R. Anodic Behavior of Zn-Al-Be Alloys in the NaCl Solution and the Influence of Be on Structure // Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology. – 2012. – №2. – P. 127–131. DOI: 10.4236/jsemat.2012.22020.
15. Обидов З.Р. Влияние pH среды на анодное поведение сплава Zn5Al, легированного бериллием и магнием // Известия СПбГТИ (ТУ). – 2015. – №32 (58). – С. 52–55.
16. Obidov Z.R., Amonova A.V., Ganiev I.N. Influence of the pH of the Medium on the Anodic Behavior of Scandium – Doped Zn55Al Alloy // Russian Journal of Non-Ferrous Metals. – 2013. Vol. 54. – №3. – P. 234-238. DOI: 10.3103/S1067821213030115.
17. Lin K.L., Yang C.F., Lee J.T. Correlation of microstructure with corrosion and electrochemical behaviours of the bach-type hot-dip Al-Zn coatings: Part 1. Zn and 5% Al-Zn coatings // Corrosion. – 1991. Vol. 47. – №4. – P. 9-13.
18. Obidov Z.R., Amonova A.V., Ganiev I.N. Effect of Scandium Doping on the Oxidation Resistance of Zn5Al and Zn55Al Alloys // Russian Journal of Physical Chemistry A. – 2013. Vol. 87. – №4. – P. 702-703. DOI: 10.1134/S0036024413040201.
19. Lin K.L., Yang C.F., Lee J.T. Correlation of microstructure with corrosion and electrochemical behaviours of the bach-type hot-dip Al-Zn coatings: Part 2. 55% Al-Zn coatings // Corrosion. – 1991. Vol. 47. – №4. – P. 17-30.
20. Obidov Z.R. Anodic Behavior and Oxidation of Strontium-Doped Zn5Al and Zn55Al Alloys // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. – 2012. Vol. 48. – №3. – P. 352–355. DOI: 10.1134/S2070205112030136.
21. Герасименко А.А. Об особенностях получения и преимуществах использования электрохимических покрытий сплавами цинка с оловом и молибденом // Технологии в электронной промышленности. – 2010. – №7. – С. 33.

22. Атрашкова В.В., Атрашков В.К., Герасименко А.А. Осаждение цинк-молибденовых покрытий // Защита металлов. – 1995. Т. 31. – №3. – С. 67-71.
23. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 336 с.
24. Постников Н.С. Коррозионностойкие алюминиевые сплавы. – М.: Металлургия, 1976. – 301 с.
25. Слэндер С.Д., Бойд У.К. Коррозионная стойкость цинка. – М.: Металлургия, 1976. – 200 с.
26. Фрейман Л.И., Макаров В.А., Брыксин И.Е. Потенциостатические методы в коррозионных исследованиях и электрохимической защите. – Л.: Химия, 1972. – 240 с.
27. Колотыркин Я.М. Металл и коррозия. – М.: Металлургия, 1985. – 88 с.
28. Улиг Г.Г., Реви Р.У. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику. – Л.: Химия, 1989. – 456 с.

ТАЪСИРИ ИЛОВАҲОИ НЕОДИМ БА РАФТОРИ АНОДИИ ХӮЛАИ РУҲ Zn0.5Al, ДАР МУҲИТИ ИШҚОРӢ

Дар мақола натиҷаҳои таҳқиқоти потенсиостатикии таъсири иловаҳои неодим ба рафтори анодии хӯлаи руҳ Zn0,5Al, дар муҳити ишқорӣ пешниҳод шудааст. Нишон дода шудааст, ки новобаста аз таркиби химиявӣ барои ҳама гурӯҳи хӯлаҳои таҳқиқшуда майлдиҳии потенсиал ба самти қиматҳои мусбат мушоҳида мегардад, ки бо бавучудоии пардаи оксидии муҳофизатӣ дар сатҳи хӯлаҳо тавсифонида мешавад. Аниқ карда шудааст, ки бо афзоиши консентратсияи электролити гидроксиди натрий ва компоненти ҷавҳаронӣ потенсиали коррозия кам мешавад, ки аз ин камшавии устувории хӯлаҳо ба коррозия бо афзоишнокии муҳити коррозионии шадид шаҳодат медиҳад. Нишон дода шудааст, ки суръати коррозияи хӯлаи руҳ Zn0,5Al ҳангоми ба он илова намудани 0,01÷1,0% вазн неодим начандон кам мешавад. Муқаррар карда шудааст, ки устувории хӯлаҳо ба коррозияи питтингӣ бештар дар муҳитҳои 0,001н ва 0,01 н. электролити NaOH мушоҳида мегардад. Аниқ карда шудааст, ки динамикаи мусбати тағйирёбии потенсиалҳои коррозия ва питтингҳосилшавӣ ба тағйирёбии устувории коррозионии хӯлаҳо умуман мусбат таъсир мерасонанд. Хӯлаҳои бо неодим дар ҳудуди 0,01÷0,1 фоизи вазни ҷавҳаронидашуда нисбат ба хӯлаи аввалия қимати хурдтарини суръати коррозияи анодиро доранд. Таркибҳои нишондодашудаи хӯлаҳои руҳ-алюминий, ки неодим дорад, метавонад ба сифати рӯйпӯшҳои анодӣ барои муҳофизати маснуот ва конструксияҳои пӯлодӣ аз коррозия истифода шавад.

КАЛИДВОЖАҲО: хӯлаи Zn0,5Al, неодим, усули потенсиостатикӣ, электролити NaOH, потенсиалҳои коррозия ва питтингҳосилшавӣ, суръати коррозия, рафтори анодӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Фирузи Ҳамроқул, докторанти (PhD) Институти химияи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. E-mail: firuzih@mail.ru

Ғаниев Изатулло Наврӯзович, доктори илмҳои химия, профессор, академики АМИТ, мудири озмоишгоҳи Институти химияи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. E-mail: ganiev48@mail.ru

Обидов Зиёдулло Раҳматович, доктори илмҳои химия, профессори кафедраи технологияи истеҳсолоти химиявии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ. Тел.: (+992) 93-421-82-10; e-mail: z.r.obidov@rambler.ru

Ширинов Мирқурбон Чиллаевич, номзади илмҳои техникӣ, декани факултети технология ва соҳибкории Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи С. Айнӣ. E-mail: mshirinov@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НЕОДИМА НА АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЦИНКОВОГО СПЛАВА Zn0,5Al, В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ

В статье представлены результаты потенциостатического исследования влияние добавок неодима на анодное поведение цинкового сплава Zn0,5Al, в щелочной среде. Показано, что независимо от химического состава для всех исследованных групп сплавов происходит смещение потенциала в положительную область значений, что характеризуется формированием защитной оксидной плёнки на поверхности сплавов. Установлено, что с ростом концентрации электролита гидроксида натрия и легирующего компонента потенциал коррозии уменьшается, что косвенно свидетельствует о снижении противокоррозионной устойчивости сплавов по мере роста агрессивности коррозионной среды. Показано, что скорость коррозии цинкового сплава несколько уменьшается при добавке в него 0,01÷1,0 мас. % неодима. Выявлено, что к питтинговой коррозии наиболее устойчивы сплавы в среде электролита 0,001н и 0,01н. NaOH. Установлено, что положительная динамика изменения потенциалов коррозии и питтингообразования благоприятно влияет на изменения коррозионной стойкости сплавов в целом. Сплавы, легированные неодимом в пределах 0,01÷0,1 мас. % имеют низкие значения скорости анодной коррозии по сравнению с исходным сплавом. Предложенные составы цинк-алюминиевых сплавов, содержащих неодим, могут использоваться в качестве анодного покрытия для защиты от коррозии стальных изделий и конструкций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сплав Zn0,5Al, неодим, потенциостатический метод, электролит NaOH, потенциалы коррозии и питтингообразования, скорость коррозии, анодное поведение.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Фирузи Хамрокул, докторант (PhD) Института химии имени В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана. E-mail: firuzih@mail.ru

Ганиев Изатулло Наврузович, доктор химических наук, профессор, академик НАНТ, заведующий лабораторией Института химии имени В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана. E-mail: ganiev48@mail.ru

Обидов Зиёдулло Рахматович, доктор химических наук, профессор кафедры технологии химических производств Таджикского технического университета имени академик М.С. Осими. Тел.: (+992) 93-421-82-10; e-mail: z.r.obidov@rambler.ru

Ширинов Миркурбон Чиллаевич, кандидат технических наук, декан факультета технологии и предпринимательства Таджикского государственного педагогического университета имени С. Айни. E-mail: mshirinov@mail.ru

INFLUENCE OF ADDITIVES OF NEODYMIUM ON ANODE BEHAVIOUR Zn0,5Al ZINC ALLOY, IN ALKALINE ENVIRONMENT

In paper results potentiostatical researches influence of additives of neodymium on anode behaviour of Zn0,5Al zinc alloy, in the alkaline environment are resented. Showed, that irrespective of a chemical compound for all investigated groups of alloys there is a potential displacement in positive area of values characterized by formation protective oxide films on a surface of alloys. Established, that with growth of concentration of electrolyte of sodium hydroxide and an alloying component the corrosion potential decreases, that indirectly testifies to decrease in anticorrosive stability of alloys in process of growth of aggression of the corrosion environment. Showed, that speed of corrosion of Zn0,5Al zinc alloy decreases at the additives in it 0,01-1,0 wt.% neodymium. Revealed, that to pitting corrosion alloys in the environment of electrolyte 0.001n. and 0.01n. NaCl are steadiest. Established, that positive dynamics of change of potentials of corrosion and pitting formation favorably influences changes of corrosion firmness of alloys as a whole. The alloys doped with neodymium within 0,01÷0,1 wt.% have low values of speed of anode corrosion in comparison with an initial alloy. The offered structures zinc-aluminium of the alloys containing neodymium can be used as an anode covering for protection against corrosion of steel products and designs.

KEY WORDS: Zn0,5Al alloy, neodymium, potentiostatically method, NaOH electrolyte, corrosion and pitting formation potentials, corrosion rate, anode behaviour.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Firuzi Hamroqul, doctoral student (PhD) at the Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of the National Academy of Sciences of Tajikistan. E-mail: firuzih@mail.ru

Ghaniev Izatullo Navruzovich, doctor of chemical sciences, professor, academician of the National Academy of Science, head of the laboratory of the Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of the National academy of sciences of Tajikistan. E-mail: ganiev48@mail.ru

Obidov Ziyodullo Rahmatovich, doctor of chemical sciences, professor of the department technology of chemical production of the Tajik Technical University named after acad. M.S. Osimi. Phone: (+992) 93-421-82-10; y-mail: z.r.obidov@rambler.ru

Shirinov Mirqurbon Chillaevich, candidate of technical sciences, dean faculty of technology and entrepreneurship of the Tajik State Pedagogical University named after S. Aini. E-mail: mshirinov@mail.ru

РАВАНДИ ГУДОЗИШИ НЕФЕЛИНҲОИ СИЕНИТИИ КОНИ ТУРПИ БО СУЛФАТИ НАТРИЙ

Давлатов Д.О., Ғафорзода С.М., Ахмедов А.М
Донишгоҳи давлати Бохтар ба номи Носири Хусрав

Алюминии металлӣ дар истеҳсолот васеъ истифодашаванда мебошад. Алюминийро дар тачрибаи ҷаҳонӣ асосан аз бокситҳои баландсифат бо истифодаи усули оддӣ ва самараноки Байер гирифта мешавад. Алюминийро асосан аз боксит истихроҷ карда мешавад, гарчанде ки якчанд намуд минералҳои алюминийдошта маълуманд. Дар адабиёт усулҳои коркарди кислотагии маъданҳои алюминосиликатӣ ба таври муфассал тавсиф карда шудаанд [1-4].

Муаллифони [3-6] механизмҳои таҷзияи маъданҳои алюмосиликатии Ҷумҳурии Тоҷикистонро дар кислотаҳои минералӣ, инчунин кинетикаи равандҳо, асосҳои назариявии тоза кардани маҳлулҳо аз силитсий, инчунин хусусиятҳои физикию химиявии маҳлулҳои нитратӣ ва сулфатиро омӯхтаанд. Маъдане, ки барои омӯзиш муайян намудем ин нефелини сиенитии кони Турпии Ҷумҳурии Тоҷикистон мебошад.

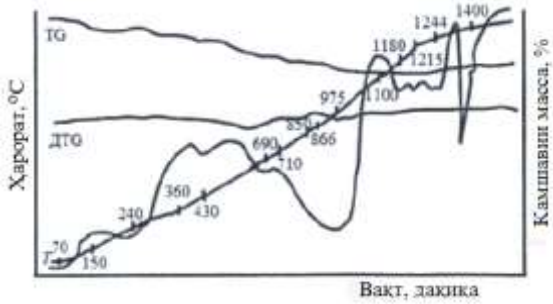
Нисбат ба боксит дар гилхок миқдори фоизи компонентҳои нефелин камтар аст, аммо он дорои дигар ҷузъҳои арзишнок мебошад, ки қисматҳои бадастовардашуда дар истеҳсоли семент истифода мешаванд. Ҳамаи ин самаранокии иқтисодии коркарди маъданро баланд мебардорад.

Мақсади кор омӯзиши таркиби химиявӣ ва минерологии ашёи хоми нефелинҳои сиенитии кони Турпӣ ва гудозиши он бо сулфати натрий мебошад.

Тибқи таҳлилҳои физикӣ-химиявӣ нефелинҳои сиенитии кони Турпӣ аз: Al_2O_3 - 22,4%; Fe_2O_3 - 6,4%; Na_2O - 6,5%; K_2O - 6,6%; CaO - 2,5%; SiO_2 – 53,0% иборат буда, дар таркибаш маъданҳои алюминидошта кам мебошанд, аммо металлҳои ишқорӣ ва нодири таркиби он дурнамои истифодаи комплексии онҳоро ба вуҷуд меоранд.

Таҳлили дифференсиалӣ-ҳароратии нефелинҳои сиенитӣ

Термограммаи маъданҳои алюмосиликатӣ аз якдигар фарқ доранд. Термограммаи ашёи хоми нефелинҳои сиенитӣ дар расми 1 нишон дода шудааст. Чи тавре маълум мешавад самараҳо ҳангоми 150-240°С ба раванди нестшавии об мувофиқат мекунанд. Дар ҳудуди ҳароратҳои 690–850°С раванди гудохташавӣ ва дигаргуншавии минералҳо рӯй медиҳад. Самари дохилӣ ҳангоми 975°С будан ба раванди вайроншавии ҳарорати минерали калсит мувофиқат мекунад.



Расми 1. Термограммаи ашёи хоми нефелинҳои сиенитии кони Турпӣ.

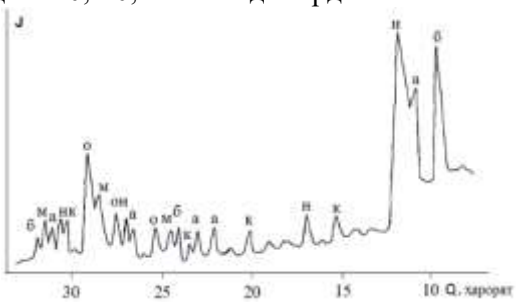
Дар ҳарорати хеле баланд (1100–1260°С) гузариши нефелин ба корнегит зоҳир мегардад, дар идомаи раванд гудохташавии минералҳо ва қисматҳои шпатҳои саҳроӣ рӯй медиҳад.

Маълумоти аз таҳлили ҳароратӣ бадастомада нишон медиҳад, ки ҳангоми ба 7°С/дақ баробар будани суръати миёнаи гармкунӣ самараҳои асосии маъдани алюмосиликатӣ аён мегардад. Дар байни маъдани алюмосиликатӣ хосияти аз ҳама мураккабро таҷзияшавии минералҳои нефелинҳои сиенитӣ доро мебошанд.

Натиҷаҳои бадастомада нишон медиҳанд, ки усули таҳлили ҳароратӣ (ДТА) метавонад ҳангоми интихоби қоидаи гудохтани ашёи хом бо дигар реагентҳо самарабахш бошад.

Таҳқиқи намуди ашёи хом бо усули таҳлили ҳароратии диференсиалӣ (ДТА) барои ҳамаи намудҳои самараи мавҷудбуда ҳангоми 120-240°С аз раванди нестшавии оби кристаллизатсионӣ шаҳодат медиҳад, эндоэфектҳо бошанд ҳангоми ҳарорати баланд гузариши фазавӣ ва боҳамтаъсиркунии минералҳои таркиби маъданро нишон медиҳанд.

Барои омӯзиши таркиби минералогии нефелинҳои сиенитӣ ба мо лозим омад, ки таҳлили рентгенофазавӣ (ТРФ) гузаронем. Барои гузаронидани таҳлилӣ рентгенофазавӣ маъдани аввалаи нефелини сиенитиро ба андозаи 0,1-0,2 мм майда кардан лозим аст.

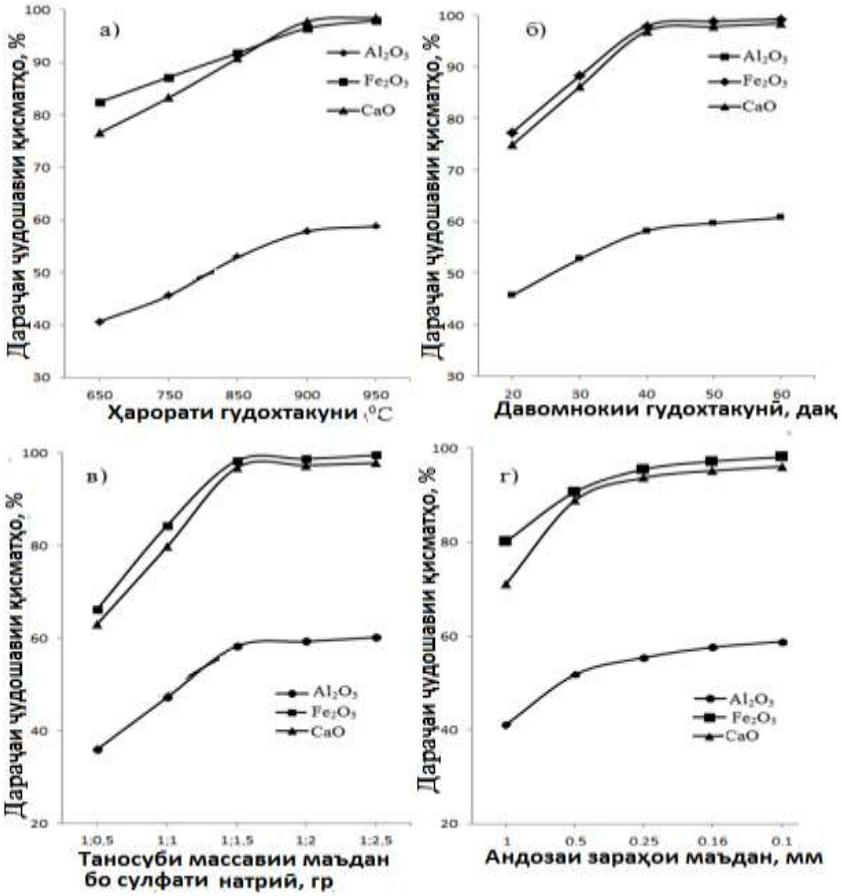


Расми 2. Рентгенограммаи ашёи хоми нефелинӣ: б – биотит, а – албит, н – нефелин, к – калсит, о – ортоклаз, м – микроклин.

Намунаи рентгении ашёи хоми ибтидоии нефелинҳои сиенитии кони Турпӣ дар расми 2 нишон дода шудааст, ки хати минералҳои мувофиқ: биотит ($K(Fe,Mg)_3[OH]_2[(Al,Fe)Si_3O_{10}]$), албит, нефелин ($(Na,K)_2O{\cdot}Al_2O_3{\cdot}\ 2\ SiO_2$), калсит ($CaCO_3$) ва микроклин ($K\ [AlSi_3O_8]$ возеҳ ба мушоҳида мерасанд.

Барои коркарди маъдан омӯзиши таркиби химиявӣ ва минерологии он зарур буда, сипас онро метавон коркард кард.

Барои коркарди маъдани нефелинҳои сиенитӣ кони Турпиро майда карда, онро бо сулфати натрий гудохта намудем. Гудохтакунӣ дар печи муфелӣ дар ҳароратҳои гуногун ва таносуби гуногун бо сулфати натрий гузаронида шуд. Давомнокии раванд ва вобастагии истихроҷи ҷузъҳои муфид аз андозаи зарраҳо низ омӯхта шуд (расми 3).



Расми 3. Вобастагии дараҷаи истихроҷи ҷузъҳои лозима аз таркиби нефелинҳои сиенитӣ тавассути гудохтакуни бо Na_2SO_4: а) ҳарорати гудозиш; б) давомнокии ҷараёни гудозиш; в) таносуби массаи ашёи хом ва сулфати натрий; г) андозаи зарраҳои маъдан.

Тавре ки аз расми 3а дида мешавад, ҳангоми баланд шудани ҳарорат ба 950°С, сатҳи барқароркунии ҷузъҳо меафзояд. Дар ин ҳолат, омилҳои бетағйир инҳо буданд: давомнокии раванди гудохтакунӣ - 40 дақ; таносуби ашёи хом ва сулфати натрий = 1:2; андозаи зарраҳои маъдани аввала 0,16 мм ё камтар аст.

Дар ҳарорати 850-950°С дараҷаи истихроҷи компонентҳо аз таркиби маъдан ба: Al_2O_3 - 53,1-58,1%; Fe_2O_3 - 94,2-97,3%, CaO - 90,3-96,5% мерасад. Таъсири давомнокии раванди гудохтакунӣ дар доираи аз 20 то 60 дақиқа омӯхта шуд (расми 3б). Дар ин ҳолат, омилҳои бетағйир инҳо буданд: ҳарорати гудозиш - 900°С, андозаи зарраҳои маъдан - 0,1 мм ва таносуби массаи маъдан ба сулфати натрий - 1:2. Шарти оптималии давомнокии раванди гудохтакуниро 40 дақиқа ҳисобидан мумкин аст, ки дараҷаи истихроҷи компонентҳо бо % чунин мешавад: Al_2O_3 - 57,5%, Fe_2O_3 - 97,2%, CaO - 96,1%. Таъсири таносуби ашёи хом ва сулфати натрий (расми 3в) бо таносубҳо зерин: 1:0,5; 1:1,1:1,5; 1:2; ва 1:2,5. омӯхта шуд. Дараҷаи максималии истихроҷи компонентҳо дар таносуби ашёи хом: сулфати натрий =1:1,5 дараҷаи истихроҷ ба: Al_2O_3 - 58,3%, Fe_2O_3 - 98,2%, CaO - 96,8% баробар мешавад.

Таъсири андозаи зарраҳои ашёи хоми нефелини сиенитӣ ба дараҷаи истихроҷи ҷузъҳои таркибӣ дар доираи аз 0,1 то 1,0 мм омӯхта шуд (расми 3г). Дар интервали андозаи зарраҳо аз 0,1 то 0.25 мм, таҷзияи максималии ашёи хом бо истихроҷи компонентҳо ба мушоҳида мерасад: Al_2O_3 - 56,3-58,2%, Fe_2O_3 - 95-98,2%, CaO - 90,5-96,8%.

АДАБИЁТ:

1. Китлер И.Н., Лайнер Ю.А. Нефелины – комплексное сырье алюминиевой промышленности. – М.: Металлургиздат, 1962. – 237 с.
2. Нефелиновое сырье. – М.: Наука, 1978. – 192 с.
3. Солянокислотное разложение нефелиновых сиенитов / Х. Сафиев, Б. Мирзоев, К. Рахимов, У.М. Мирсаидов // Известия АН Республики Таджикистан. Сер. физ.-мат., хим. и техн. наук. – 1995. – №3. – С. 66-68.
4. Запольский, А.К. Сернокислотное разложение нефелиновых сиенитов месторождения Турпи / А.К. Запольский, Б. Мирзоев, Х. Сафиев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 1984. Т. 27. – №11. – С. 655-658.
5. Способ переработки нефелина / А.И. Лайнер, М.А. Коленкова, Г.Л. Пустильник [и др.]. Опубл. в Б.И., 1971. – №20.
6. Комплексная переработка алюминиевых руд некоторых месторождений Таджикистана / У.М. Мирсаидов, Х.С. Сафиев, М. Исматдинов, Ш.Б. Назаров // Известия АН Республики Таджикистан. Сер. физ.-мат., хим. и геол. наук. – 1999. – №1. – С.74.

РАВАНДИ ГУДОЗИШИ НЕФЕЛИНҲОИ СИЕНИТИИ КОНИ ТУРПИ БО СУЛФАТИ НАТРИЙ

Дар ин мақола оид ба таркиби химиявӣ ва минералогии маъдани нефелинҳои сиенитии кони Турпии Ҷумҳурии Тоҷикистон маълумот манзур гардида, дараҷаи ҷудошавии қисматҳои муҳиммии маъдан вобаста аз омилҳои гуногун ҳангоми гудохтакунии маъдан бо сулфати натрий оварда шудааст.

КАЛИДВОЖАҲО: нефелинҳои сиенитӣ, таҳлили рентгенофазавӣ, гудохта, сулфати натрий, коркард.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Давлатов Дилшод Облоқулович, номзади илмҳои химия, омӯзгори кафедраи химияи органикӣ ва биологии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 902-66-80-66.

Ғафорзода Сулаймон Мусулмон, омӯзгори кафедраи химияи органикӣ ва биологии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 935-45-26-27.

Ахмедов Алиҷон, магистранти соли дуюми омӯзгори кафедраи химияи органикӣ ва биологии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 934-78-08-02.

ПРОЦЕСС СПЕКАНИЯ НЕФЕЛИНОВЫХ СИЕНИТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТУРПИ С СУЛЬФАТОМ НАТРИЯ

В данной статье представлены сведения о химическом и минералогическом составе нефелиновой сиенитовой руды Турпиского месторождения Республики Таджикистан, а также о степены выделения важных компонентов состав руды зависимости от различных факторов при выплавке сырья с сульфатом натрия.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нефелиновых сиенитов, рентгенофазовый анализ, спёк, сульфатом натрия, обработка.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Давлатов Дилшод Облокулович кандидат химических наук, преподаватель кафедры органической и биологической химии Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 902-66-80-66.

Гафорзода Сулаймон Мусулмон, преподаватель кафедры органической и биологической химии Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 935-45-26-27.

Ахмедов Алиджон, магистрант второго курса кафедра органической и биологической химии Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 934-78-08-02.

SINTERING PROCESS OF NEPHELINE SYENITES OF THE TURPI DEPOSIT WITH SODIUM SULFATE

This article provides information on the chemical and mineralogical composition of the nepheline syenite ore of the Turpi deposit of the Republic of Tajikistan, as well as on the degree of separation of important components, the composition of the ore depends on various factors in the sintering ore with sodium sulfate.

KEY WORDS: nepheline syenite, X-ray phase analysis, sinter, sodium sulfate, processing.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Davlatov Dilshod Obloqulovich, candidate of chemical sciences, lecturer of the department of organic and biological chemistry of the Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 902-66-80-66.

Gaforzoda Sulaimon Musulmon, lecturer of the department of organic and biological chemistry of the Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 935-45-26-27.

Akhmedov Alijon, second year undergraduate student of the department of organic and biological chemistry of the Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 934-78-08-02.

УСУЛҲОИ КИСЛОТАГӢ ВА ИШҚОРИИ КОРКАРДИ МАЪДАНҲОИ ДОРОИ БОР

Шоимардонов С.Ҷ., Ашӯров Н.А.
Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав

Дар тамоми мамлакатҳои хориҷӣ маъданҳои дорои бор аввал то кислотаи борат ё бура коркард карда шуда, баъд аз инҳо дигар маҳсулот, аз ҷумла пайвастаҳои борорганикӣ, бори элементарӣ ва гудохтаи он ҳосил карда мешавад. Бинобар ин, рӯз ба рӯз роҳҳо, воситаҳо ва технологияҳое пешниҳод шуда истодаанд, ки коркарди ҷинсҳои кӯҳии дорои борро осон мегардонанд [2-3].

Нуқтаи дигаро фаромӯш кардан лозим нест, ки миқдори зиёди бор дар таркиби обҳои баҳрҳо ҳал шудааст, ки ин диққати муҳаққиқонро ҷалб намудааст. Дар таркиби оби кӯли Сирлз (ИМА), ки миқдори умумии намак 28-29 фоизро ташкил медиҳад, то 1,4% B_2O_3 мавҷуд буда, аз он миқдори хеле зиёди бура ҳосил менамоянд. Инчунин дар баробари бура – сода, сулфати натрий, карбонати литий, кислотаи фосфат, хлориди калсий ва сулфати калий ҳосил карда мешаванд. Дар ҳолати ҷудо карда гирифтани пайвастаҳои бор ҳосилшавии моддаҳои гуногун, фоидаовар мебошад [4].

Ҳангоми коркарди маъданҳои дорои бор бо усули кислотагӣ, аксар вақт кислотаи сулфат, хлорид ва нитратро истифода мебаранд. Дар ин ҳолат ҷудошавии бор аз силитсий ба амал меояд, ки инро инчунин бойгардонии химиявӣ меноманд.

Дар тадқиқоти [1] таъсири кислотаи сулфат ба датолит омӯхта шудааст. Ҷинсҳои куҳии датолитӣ аслан аз датолит - $HCaBSiO_3$ таркиб ёфтааст. Ба сифати ғашҳо бошад геденберит - $CaO{\cdot}FeO{\cdot}2SiO_2$, гранат - $3CaO{\cdot}Fe_2O_3{\cdot}3SiO_2$ ва калсит – $CaCO_3$ дохил мешаванд.

Дар тадқиқотҳои [1] имконияти таҷзия намудани боратҳои комплексӣ бо омехтаи кислотаи нитрат ва сулфат нишон дода шудааст. Ҷудошавии кислотаи борат дар ин ҳолат 87,7 фоизро ташкил медиҳад.

Дар асоси омӯзиши хосиятҳои флотатсионӣ нақшаҳои бойгардонии маъданҳои дорои бор тартиб дода шудааст, ки имконияти ҷудошавии гидроборатситро аз гипс ва даттолитро аз калсит, кварс, геденбергит ва гранат нишон медиҳад.

Экстраксия низ яке аз тарзҳои маъмули ҷудо карда гирифтани кислотаи борат аз таркиби ашёи хоми дорои бор мебошад. Ба сифати реагентҳои экстраксиякунанда бештар вақт ҳалкунандаҳои гуногун, аз ҷумла эфири диэтил ва спирти амил истифода мешаванд. Инчунин дар қатори маҳлулҳое, ки дар об нағз ҳалшавандаанд, мисол, спирти этил ҳалшавии кислотаи борат маълум мебошад [4].

Ҳалшавандагии кислотаи борат дар об дар ҳарорати 25^0C 5,5 фоизро ташкил медиҳад.

Муаллифони [4] пешниҳод менамоянд, ки барои ҷудо карда гирифтани кислотаи борат аз маъдани колеманит кислотаҳои гуногун, аз ҷумла кислотаи карбонатро истифода бурдан беҳтар аст. Инчунин бо усули ишқоронӣ бура ҷудо карда мешавад. Дар саноат бошад, барои коркарди колеманит истифодаи кислотаи сулфат ва сода дастрасу арзон мебошад. Ҷиҳатҳои фоидаовари технологии ин усул дар он аст, ки калсийи дар таркиби маъданбуда, пайвастаи ҳалнашавандаи гипс ё карбонат ҳосил менамояд. Дар ин ҳолат кислотаи борат ва бура бо осонӣ ҷудо мешаванд.

Яке аз маъданҳои асосии бор – ашарит дар реагентҳои ишқории нисбатан дастрасу арзон, аз ҷумла дар содаи калсийдор ҳал намешавад ва бура ҳосил намегардад. Бинобар ин, онро дар кислотаи сулфат ҳал намуданд, ки дар ин ҳолат маҳсули аввалияи бор, кислотаи борат мебошад. Ин метод ва технология дар НИУИФ коркард шуда, ба туфайли он хосиятҳои физикӣ – химиявии таъсири кислотаи сулфатро омӯхтаанд.

Муалифони кори [4] муайян намуданд, ки ишқорҳо датолитро дар шароитҳои оддӣ нағз ҳал наменамояд. Аммо он дар кислотаҳои минералии қавӣ, ба монанди кислотаи сулфат, хлорид, нитрат, фосфат хуб ҳал шуда, дар кислотаҳои минералии заиф, аз ҷумла дар кислотаи карбонат амалан ҳалнашаванда мебошад. Муалифон тасдиқ менамоянд, ки истифодаи кислотаи сулфат аз ҳама беҳтар мебошад. Чунки калсийи дар таркиби датолит мавҷудбуда сулфати калсийи ҳалнашаванда ҳосил менамояд, ки ин барои сифатан тоза ҷудо карда гирифтани кислотаи борат имконият медиҳад. Истифодабарии кислотаи сулфат барои ҳосил кардани кислотаи борат аз ҷиҳати иқтисодӣ низ фоидаовар мебошад.

Гидроборатсит нисбат ба ашарит дар кислотаи сулфат тезтар ва пурра ҳал мешавад. Дар ҳарорати паст (20^0C) дараҷаи ҷудошавӣ аз андозаи зарраҳо вобаста аст, лекин ҳангоми баланд шудани ҳарорат то 58-60^0C зарраҳои андозаашон калон низ (1-1,5 мм) ҳал мешаванд (зиёда аз 90%). Дар натиҷаи баланд шудани ҳарорат то 90-95^0C ва давомнокии раванд то 25 дақ. ашёи хом пурра дар кислотаи сулфат ҳал мешавад. Ҷинсҳои куҳии полимаъданӣ, ки дар таркибашон ашарит доранд, ба монанди маъданҳои душворҷудошаванда, ҳал мешаванд.

Кинетикаи ҷудошавии боратҳои гуногунро бо таъсири кислотаи сулфат ва дигар кислотаҳо А.Б. Здановский бо ҳамкоронаш омӯхтааст. Онҳо муайян намуданд, ки каҷхатаи суръати ҳалшавии маъданҳои калсийдор – гидроборатсит, иноит, улексит, колеманит ва ғайраҳо аз таъсири кислотаи сулфат дар ҳолати максимум мебошад.

Раванди технологияи ҳосилкунии кислотаи борат аз ҷинсҳои куҳии доро бор чунин мегузарад.

Маъдани гирифташуда аввал куфта, баъд дар осиёбҳои махсус майда карда мешавад. Андозаи зарраҳои маъдан баъд аз майда кардан бояд аз 1 мм калон набошад. Таносуби (Т:Ж) С:М=1:1-1,5 гирифта мешавад. Маҳлулро дар реактор андохта дар ҳарорати 90-95^{0}С бо шӯрдиҳанда омехта менамоянд. Лойобаи ҳосилшударо филтр намуда, филтрати ҷудошуда ба кристаллизатори вакуумӣ гузаронида, то ҳарорати 15-20^{0}С хунук карда мешавад. Барои нигоҳдории оксидҳои алюминий ва оҳан ва пешгирии бо кислотаи борат омехташавии он кислотаи борати кристаллшударо дар сентрафуга бо оби хунук шуста, ҷудо карда мегиранд [1; 4].

Ҳангоми коркарди ҷинсҳои куҳии дорои бори навкашфшуда ё ин ки маъданҳои таркибашон мураккаб, бо усули гидротермӣ таҷзия карда гирифтани кислотаи борат қулайтар мебошад. Технологияи мазкур давоми чанд соли охир дар Институти химико-технологии Москва ба номи Д.И. Менделеев бо роҳбарии Н.С. Торочешников омӯхта шудааст. Зинаҳои асосии ин усул, таъсири кислотаи сулфат ба ашёи хоми дорои бор ва ҷудо карда гирифтани кислотаи борати таҷзияшуда бо таъсири буғи оби гармкардашуда мебошад. Дар натиҷаи коркарди гидротермӣ, буғи об то ҳарорати 380^{0}С гарм карда мешавад. Кислотаи борат дар ин усул ба фазаи буғӣ табдил ёфта, маҳлули онро конденсатсия намуда мегиранд. Дар ин усул дараҷаи ҷудошавии бор аз маъдан на камтар аз 90 фоизро ташкил медиҳад.

Ашёи хоми дорои борро бо усули ишқоронӣ низ таҷзия намуда, бура ҳосил кардан мумкин аст. Бояд қайд кард, ки баъзе маъданҳои дорои бор дар маҳлулҳои ишқорӣ бо душворӣ ҳал мешавад. Лекин ба ин нигоҳ накарда, ин усул арзон ва мақсаднок мебошад.

Барои ҳосилшавии бура аз ҳама асосӣ ҳалшавии намакҳо дар Na_2O-B_2O_3-H_2O мебошад, ки ин раванд то ҳадди зарурӣ омӯхта шудааст. Фазаи сахти системаи омӯхташаванда бо ёрии таҳлилҳои рентгенофазавӣ, ДТА ва ғайра омӯхта шудаанд. Инчунин хосиятҳои физикӣ-химиявии ин моддаҳо ва тетраборати натрий омӯхта шудааст [4].

Дар натиҷаи таъсири мутақобилаи ҷинси куҳии дорои бор ва борати калсий бо сода, якҷоя бо бура (тетраборати натрий) метаборати натрий низ ҳосил мешавад.

Барои муайянкунии давомнокии оптималии таҷзияшавӣ ва интихоби технология, ҳатман параметрҳои кинетикӣ ва хосиятҳои равандро донистан зарур аст.

Дар адабиёт оид ба кинетикаи таъсири ҳамдигарии маъдани дорои бор ва маҳлулҳои ишқорӣ маълумот бениҳоят кам аст. Дар УНИХИМ кинетикаи таъсири маъдан бо сода ва ишқорҳои маҳлули обӣ дар ҳароратҳои гуногун омӯхта шудаанд.

Чи тавре ки таҳлили адабиёт нишон медиҳад ашёи хоми дорои бор (датолит, данбурит, турмалин, аксинит, дюмортерит)-ро васеъ истифода намуда, аз онҳо кислотаи борат ва бура ҳосил намуда, ҳатто баъзе партовҳои онро барои истеҳсоли семент истифода бурдан мумкин аст.

Аз маълумоти дар адабиёт овардашуда чунин хулоса баровардан мумкин аст, ки дар замони ҳозира низ омӯзиши хосиятҳои гуногуни маъданҳои дорои бор босуръат идома дошта, технологияҳои нави барои сифатан тоза ҷудо намудани бор ва аз ҷиҳати иқтисодӣ фоидаовар пешниҳод шуда истодаанд.

АДАБИЁТ:

1. Самсонов Г.В., Марковский Л.Я., Жигач А.Ф., Валяшко М.Г. Бор, его соединения и сплавы // Изд. АН УССР, 1960.
2. Орипов А., Джонобилов М. Геология. – Душанбе, 1998. – 511 с.
3. Немодрук А.А., Каралова З.К. Аналитическая химия бора. – М.: Наука, 1964.
4. Технология соединения бора. – Л.: Химия, 1974. – 120 с.

УСУЛҲОИ КИСЛОТАГӢ ВА ИШҚОРИИ КОРКАРДИ МАЪДАНҲОИ ДОРОИ БОР

Дар мақола таъкид мешавад, ки дар тамоми мамлакатҳои хориҷӣ маъданҳои дорои бор аввал то кислотаи борат ё бура коркард карда шуда, баъд аз инҳо дигар маҳсулот ҳосил карда мешавад. Бинобар ин, рӯз ба рӯз роҳҳо, воситаҳо ва технологияҳое пешниҳод шуда истодаанд, ки коркарди ҷинсҳои кӯҳии дорои борро осон мегардонанд.

Муалифон тибқи таҳқиқот муқаррар намуданд, ки яке аз қисматҳои маъданҳои дорои бор – атолит нисбат ба ишқорҳо дар кислотаҳои минералии қавӣ, ба монанди кислотаи сулфат, хлорид, нитрат, фосфат хуб ҳал мешавад. Муалифон тасдиқ менамоянд, ки истифодаи кислотаи сулфат аз ҳама беҳтар мебошад. Чунки калсийи дар таркиби датолит мавҷудбуда сулфати калсийи ҳалнашаванда ҳосил менамояд, ки ин

барои сифатан тоза ҷудо карда гирифтани кислотаи борат имконият медиҳад. Истифодабарии кислотаи сулфат барои ҳосил кардани кислотаи борат аз ҷиҳати иқтисодӣ низ фоидаовар мебошад.

КАЛИДВОЖАҲО: кислотаи борат**,** бура, датолит, экстраксия, эфири диэтил, спирти этил, ишқор, кислота, гидроборатсит, ионит, улексит, колеманит, ҷинсҳои кӯҳӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Шоимардонов Сорбон Ҷумақулович, магистранти соли 2-юми факултети химия ва биологияи Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав.

Ашӯров Наим Амонқулович, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи химияи умумии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 93-407-82-82.

КИСЛОТНЫЕ И ЩЕЛОЧЬНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ БОРОСОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛОВ

В статье отмчается, что во всех зарубежных странах боросодержащие минералы сначала обрабатываются до боратной кислоты и буры, затем производятся другие продукции. Поэтому из года в год предлагаются новые способы и технологии, облегчающие переработку боросодержащих горных пород.

Авторы исследовательским путем установили, что датолит в устойчивых минеральных кислотах, таких как серной, солянной, азотной и фосфорной легче растворяются чем в щелочах. Авторы утверждают, что использование серной кислоты наиболее эффективна, потому что кальций содержащийся в составе датолита с сульфат-ионами образует нерастворимый сульфат кальция, что дает возможность выделению качественно чистой борной кислоты. Использование серной кислоты также экономически рентабельно для производства борной кислоты.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: борная кислота**,** бура, датолит, экстраксия, диэтиловый эфир, этиловый спирт, щелочь, кислота, гидроборацит, ионит, улексит, колеманит, горные породы.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Шоимардонов Сорбон Джумакулович, магистрант 2 курса факультет химии и биологии Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава.

Ашуров Наим Амонкулович, кандидат технических наук, доцент кафедры общей химии Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 93-407-82-82.

ACID AND ALKALINE METHODS OF PROCESSING OF BORON-CONTAINING MINERALS

The article points out that in all foreign countries, minerals containing bora are first processed to borate acid and borax, then other products are produced. Therefore, new methods and technologies are proposed every day to facilitate the processing of boron-containing rocks.

The authors have established by research that datolite in stable mineral acids, such as sulfuric, hydrochloric, nitric and phosphoric acids, dissolve more easily than in alkalis. The authors argue that the use of sulfuric acid is most effective, because the calcium contained in the datolite with sulfate ions forms insoluble calcium sulfate, which makes it possible to isolate high-quality boric acid. The use of sulfuric acid is economically viable for boric acid production.

KEY WORDS: boric acid, borax, datolite, extraxia, diethyl ether, ethyl alcohol, alkali, acid, hydroboracite, ion exchanger, ulexite, colemanite, rocks.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Shoimardonov Sorbon Jumaqulovich, 2nd year undergraduate of the faculty of chemistry and biology of the Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav.

Ashurov Naim Amonqulovich, candidate of technical sciences, associate professor of the department of general chemistry of the Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 93-407-82-82.

КИНЕТИКА ОКИСЛЕНИЯ ЦИНКОВО-АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА Zn55Al, ЛЕГИРОВАННОГО ИНДИЕМ

Сироджидинов М.Э., Ганиев И.Н., Сафаров А.М.
Институт химии имени В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана
Обидов З.Р.
Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Сплавы алюминия с цинком относятся к группе высокопрочных сплавов. Эти сплавы обладают одновременно жаростойкостью и жаропрочностью. Их повышенная прочность обусловлена образованием ограниченных твердых растворов переменной концентрации между компонентами сплавов. Взаимная растворимость компонентов в твердом состоянии в системах Al-Zn, Zn-In составляет не более 2,5 ат.%, исключение составляет растворимость цинка в алюминии – 33,5 ат.%. Система Al-In характеризуется расслоением в жидком состоянии и отсутствием соединений [1-4]. При охлаждении выделяются избыточные фазы, упрочняющие сплавы, но делающие их менее пластичными. Поэтому важно было рассмотреть, как влияют добавки таких мягких металлов, как металлы подгруппы галлия, на коррозийную устойчивость цинк-алюминиевых сплавов [5-7].

Сплавы цинка с алюминием используются как анодные материалы для защиты от коррозии стальных изделий, конструкций и сооружений. Известно, что для защиты стали от коррозии разработано несколько типов Zn-Al покрытий [8-13] и протекторов [14-18]. В связи с этим,

актуальность исследования определяется необходимостью изучения процессов взаимодействия металлических сплавов с различными газообразными и агрессивными средами при высоких температурах. Для повышения коррозионностойкости покрытий и коэффициента полезного действия протекторов из указанных сплавов при защите от коррозии часто используются металлы подгруппы галлия [19-26].

Сплавы получали сплавлением чистых металлов цинка марки ХЧ (гранулированный), алюминия марки А7 и индия металлический марки In-00. Для исследования образцы базового и легированных сплавов получали в шахтной печи электрического сопротивления типа СШОЛ в интервале температур 923-1023 К. Предварительно проведенный расчет шихтовых материалов контролировали взвешиванием на аналитических весах АРВ-200 с точностью $0{,}1\cdot10^{-4}$ кг. Все образцы перед исследованием образцы очищали от образующейся окалины. Шихтовка сплавов проводилась с учетом угара металлов. Химический состав указанных сплавов контролировали микрорентгеноспектральным анализом на электронном микроскопе SEM серии AIS-2100 (Южная Корея).

Цель работы заключалась в изучении влияния температуры и химического состава на окисляемость сплавов системы Zn-Al-In, в твёрдом состоянии. Для решения поставленной задачи применяли метод термогравиметрии с непрерывным взвешиванием образцов [27-29]. Продукты, образующиеся при окислении легированных индием сплавов, были исследованы методом рентгеновской дифрактометрии [30] на модернизированном дифрактометре ДРОН-3,0.

На рис. 1 приведены кинетические кривые изменения удельной массы образцы сплавов (g/s) в зависимости от времени взаимодействия (t) с кислородом газовой фазы и от температуры. Сформировавшаяся оксидная плёнка в начальных стадиях процесса, по-видимому, не обладает достаточными защитными свойствами, о чём свидетельствует рост скорости окисления исследованных сплавов (рис. 1). Значение скорости окисления сплава Zn55Al при температурах 473, 523 и 623К составляет 3,04, 3,32 и $3{,}73\cdot10^{-4}$ кг·м$^{-2}$·с$^{-1}$, соответственно (таблица 1).

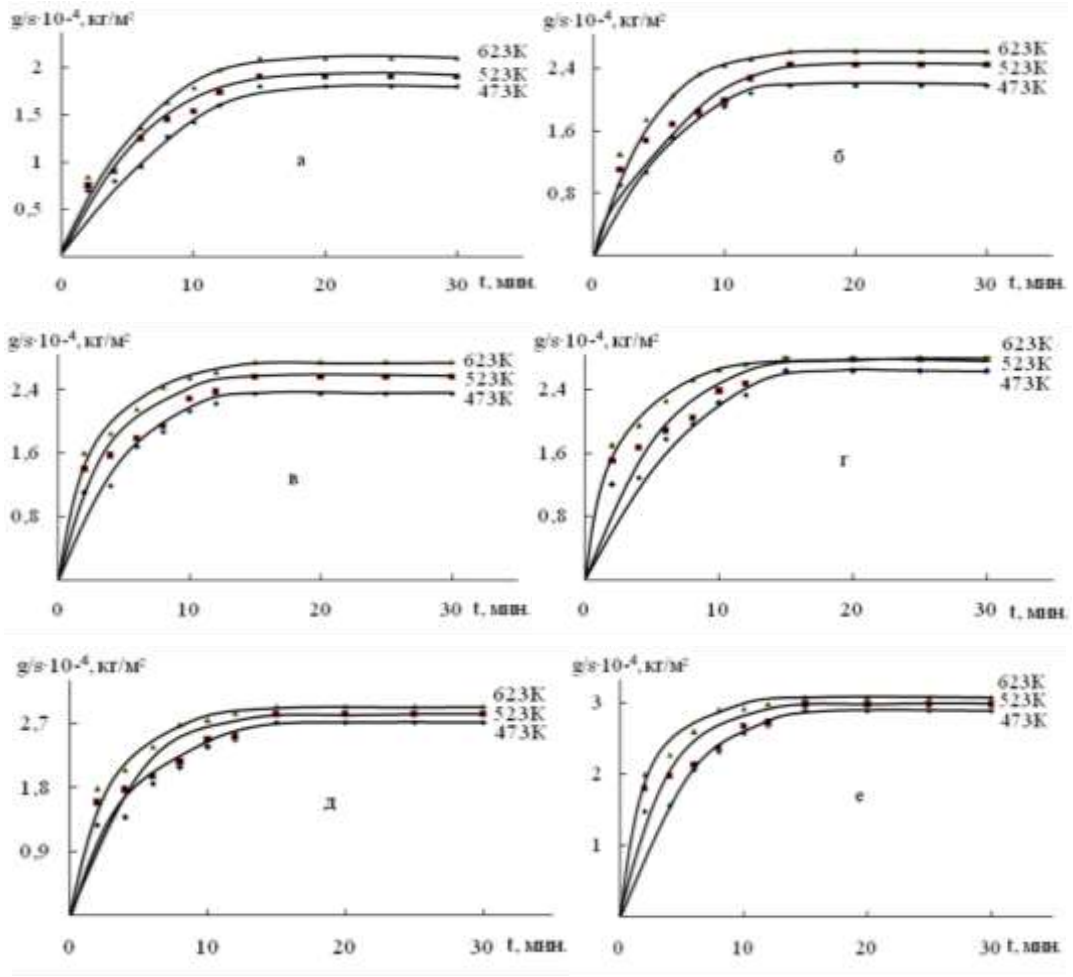


Рис. 1. Кинетические кривые процесса высокотемпературного окисления сплава Zn55Al (а), легированного индием, мас. %: 0,01 (б); 0,05 (в); 0,1 (г); 0,5 (д); 1,0 (е).

Таблица 1

Кинетические и энергетические параметры процесса окисления цинково-алюминиевого сплава Zn55Al, легированного индием, в твёрдом состоянии

Содержание индия в сплаве, мас.%	*Температура окисления, К*	*Истинная скорость окисления $K \cdot 10^{-4}$, $кг \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$*	*Эффективная энергия активации окисления, кДж/моль*
-	473	3,04	154,4
	523	3,32	
	623	3,73	
0,01	473	4,55	132,8
	523	4,81	
	623	5,07	
0,05	473	4,72	128,5
	523	5,00	
	623	5,35	
0,1	473	5,06	124,4
	523	5,38	
	623	5,65	
0,5	473	5,43	118,6
	523	5,79	
	623	6,03	
1,0	473	5,66	115,9
	523	5,91	
	623	6,41	

Взаимодействие цинково-алюминиевого сплава Zn55Al с индием различной концентрации с кислородом газовой фазой при исследованных температурах значительно отличается от окисления исходного сплава Zn55Al. Линейная зависимость сохраняется в течение 12-15 мин, далее по мере образования оксидной плёнки характер окислительного процесса переходит в гиперболический и формирование защитной оксидной поверхности заканчивается к 30 мин (рис. 1). Эффективная энергия активации процесса высокотемпературного окисления исследованных сплавов изменяется от 154,4 до 115,9 кДж/моль (таблица 1).

В координатах lgK-1/T кривые процесса высокотемпературного окисления представляются прямыми линиями (рис. 2), по углу наклона которых рассчитана эффективная энергия активации сплавов. Среди легированных сплавов максимальной скоростью окисления обладает сплав Zn55Al с 1,0 мас. % индия, что соответствует энергии активации 115,9 кДж/моль, в то время как значение последнего для исходного сплава равно 154,4 кДж/моль (таблица 1).

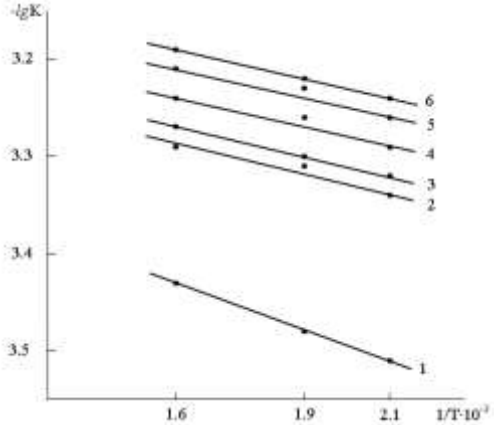


Рис. 2. Зависимость lgK от 1/T для сплава Zn55Al(1), легированного индием, мас.%: 0,01(2), 0,05(3), 0,1(4), 0,5(5), 1,0(6).

Кинетические кривые процесса высокотемпературного окисления сплавов системы Zn-Al-In характеризуются монотонным повышением истинной скорости окисления и снижением эффективной энергии активации при содержании легирующего компонента в исходном сплаве

Zn55Al до 0,1 мас.%. Однако, добавки 0,5 и 1,0 мас. % индия несколько увеличивают окисляемость исходного сплава (рис. 3).

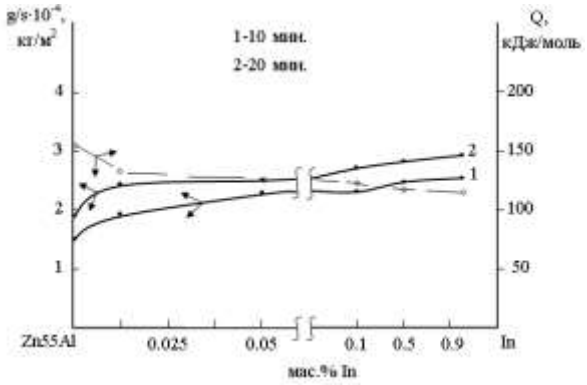


Рис. 3. Изохроны окисления (523К) сплава Zn55Al, легированного индием.

Исследуя продукты окисления сплавов, в частности оксидную плёнку, которая формируется при нагреве на поверхности образцов, можно получить важную информацию об их механизме окисления. Оксидная плёнка – продукт взаимодействия металла с кислородом воздуха образуется на поверхности металла, снижая его химическую активность.

Продукты окисления, образующиеся при окислении легированных индием сплавов, исследованы методом рентгенофазового анализа [30]. Видно, что продукты окисления изученных сплавов на примере легированного 0.05 мас. % индием сплава состоят из оксидов Al_2O_3, ZnO и In_2O_3 (рис. 4).

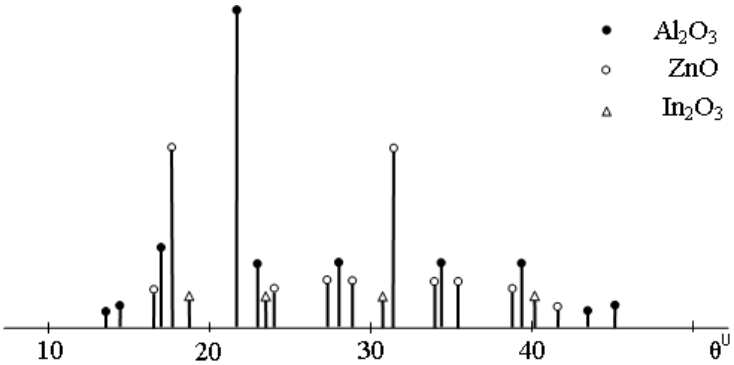


Рис. 4. Штрихдифрактограммы продуктов окисления сплава Zn55Al, содержащего 0,05 мас. % индия.

В целом, по данным экспериментальных исследований кинетики высокотемпературного окисления цинково-алюминиевого сплава Zn55Al, легированного индием, в твёрдом состоянии кислородом газовой фазы, установлено, что сплавы с 0,5 и 1,0 мас. % индием, по сравнению с низколегированными сплавами (0,01-0,1 мас. %), обладают наибольшим значением истинной скорости окисления и наименьшей величиной эффективной энергии активации. Выявлено, что легирующий компонент незначительно увеличивает окисляемость цинково-алюминиевого сплава Zn55Al в пределах 0,01-0,05 мас. % индия. Определено, что продукты окисления исследованных сплавов состоят из оксидов Al_2O_3, ZnO и In_2O_3.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Виткин А.И., Тейндл И.И. Металлические покрытия листовой и полосовой стали. – М.: Металлургия, 1971. – 493 с.
2. Кечин В.А., Люблинский Е.Я. Цинковые сплавы. – М.: Металлургия, 1986. – 247 с.
3. Murray J.L. The Al-ln(Aluminum-Indium) System // Bulletin of Alloy Phase Diagrams. – 1983. Vol. 4. – №3. – P. 271-278.
4. Диаграммы состояния двойных металлических систем: справочник; в 3 т.; т. 3.; кн. I / Под общ. ред. Н.П. Лякишева. – М.: Машиностроение, 2001. – 872 с.

5. Mazilkin A.A., Straumal B.B., Borodachenkova M.V., Valiev R.Z., Kogtenkova O.A., Baretzky B. Gradual softening of Al-Zn alloys during high-pressure torsion // Materials Letters. – 2012. Vol. 84. – P. 63-65. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.matlet. 2012.06.026.
6. Obidov Z.R. Thermophysical Properties and Thermodynamic Functions of the Beryllium, Magnesium and Praseodymium Alloyed Zn-55Al Alloy // High Temperature. – 2017. Vol. 55. – №1. – P. 150-153. DOI: 10.1134/S0018151 X17010163.
7. Valiev R.Z., Murashkin M.Yu., Kilmatov A., Straumal B., Chinh N.Q., Langdon T.G. Unusual superductility at room temperature in an ultrafine-grained aluminum alloy // Journal of Materials Science. – 2010. Vol. 45. – №17. – P. 4718-4724. DOI: 10.1007/s10853-010-4588-z.
8. Amini R.N., Irani M., Ganiev I., Obidov Z. Galfan I and Galfan II Doped with Calcium, Corrosion Resistant Alloys // Oriental Journal of Chemistry. – 2014. Vol. 30. – №3. – P. 969-973. DOI: http://dx.doi.org/10.13005/ojc/300307.
9. Uesugi T., Takigawa Y., Kawasaki M., Higashi K. Achieving room-temperature superplasticity in an ultrafin-grainer Zn-22% Al alloy // Letters on materials. – 2015. – №5(3). – P. 269-275. DOI: http://www.lettersonmaterials.com.
10. Обидов З.Р. Анодное поведение и окисление сплавов Zn5Al и Zn55Al, легированных барием // Известия СПбГТИ (ТУ). – 2015. – №31(57). – С. 51-54.
11. Amini R.N., Obidov Z.R., Ganiev I.N., Mohamad R.B. Potentiodynamical Research of Zn-Al-Mg Alloy System in the Neutral Ambience of NaCl Electrolyte and Influence of Mg on the Structure // Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology. – 2012. – №2. – P. 110-114. DOI: 10.4236/jsemat.2012.22017.
12. Maniram S.G., Satender D., Manoj Sh., Upadhyay N.C. Effect of fly ash particles on the mechanical properties of Zn-22% Al alloy via stir castimg method // IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering. – 2013. Vol. 10. Issue 2. – P. 39-42. DOI: http://www.iosrjournals.org.
13. Obidov Z.R. Effect of pH on the Anodic Behavior of Beryllium and Magnesium Doped Alloy Zn55Al // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2015. Vol. 88. – №9. – P. 1451-1457. DOI: 10.1134/S1070427215090116.
14. Amini R.N., Obidov Z.R., Ganiev I.N., Mohamad R. Anodic Behavior of Zn-Al-Be Alloys in the NaCl Solution and the Influence of Be on Structure // Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology. – 2012. – №2. – P. 127-131. DOI: 10.4236/jsemat.2012.22020.
15. Обидов З.Р. Влияние pH среды на анодное поведение сплава Zn5Al, легированного бериллием и магнием // Известия СПбГТИ (ТУ). – 2015. – №32 (58). – С. 52-55.
16. Obidov Z.R., Amonova A.V., Ganiev I.N. Influence of the pH of the Medium on the Anodic Behavior of Scandium – Doped Zn55Al Alloy // Russian Journal of Non-Ferrous Metals. – 2013. Vol. 54. – №3. – P. 234-238. DOI: 10.3103/S1067821213030115.
17. Lin K.L., Yang C.F., Lee J.T. Correlation of microstructure with corrosion and electrochemical behaviours of the bach-type hot-dip Al-Zn coatings: Part 1. Zn and 5% Al-Zn coatings // Corrosion. –1991. Vol. 47. – №4. – P. 9-13.
18. Lin K.L., Yang C.F., Lee J.T. Correlation of microstructure with corrosion and electrochemical behaviours of the bach-type hot-dip Al-Zn coatings: Part 2. 55% Al-Zn coatings // Corrosion. – 1991. Vol. 47. – №4. – P. 17-30.
19. Одинаева Н.Б., Сафарова Ф.Р., Ганиев И.Н., Обидов З.Р. Анодное поведение сплава Zn+0,5% Al, легированного индием, в среде электролита NaCl // Вестник Таджикского технического университета. – 2014. – №4 (28). – С. 73-76.
20. Сафарова Ф.Р., Одинаева Н.Б., Ганиев И.Н., Обидов З.Р. Анодное поведение сплава Zn5Al, легированного галлием, в среде электролита NaCl // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. ТТУ. – 2016. Т. 1. – №1 (33). – С. 21-25.
21. Сафарова Ф.Р., Обидов З.Р., Бободжонов Д.Б., Абулхаев В.Д., Ганиев И.Н.. Анодное поведение сплава Zn5Al, легированного индием, в среде электролита NaCl // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2017. Т. 60. – №1-2. – С. 86-89.
22. Одинаева Н.Б., Ганиев И.Н., Обидов З.Р., Сафарова Ф.Р. Высокотемпературное окисление сплава Zn+0.5% Al, легированного таллием, в твердом состоянии // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. Таджикский технический университет имени М.С. Осими. – 2018. – №1(41). – С. 113-119.
23. Сафарова Ф.Р., Ганиев И.Н., Одинаева Н.Б., Обидов З.Р. Кинетика окисления сплава Zn5Al, легированного галлием, в твёрдом состоянии // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2018. Т. 61. – №7-8. – С. 669-673.
24. Одинаева Н.Б., Ганиев И.Н., Обидов З.Р., Сафарова Ф.Р., Латипов И. Высокотемпературное окисление сплава Zn+0,5% Al, легированного индием, в твёрдом состоянии // Известия АН Республики Таджикистан. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук. – 2017. – № 5(170). – С. 90-98.
25. Одинаева Н.Б., Ганиев И.Н., Обидов З.Р., Сафарова Ф.Р., Максудов М. Высокотемпературное окисление сплава Zn+0,5% Al, легированного галлием, в твёрдом состоянии // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2018. Т. 61. – №5. – С. 476-481.

26. Сафарова Ф.Р., Обидов З.Р., Каримова Ш.А., Шамсиддинов А.Д. Сравнительное исследование анодного поведения сплава Zn5Al с таллием, в нейтральной среде // Вестник современных исследований. – 2018. – №5-1(20). – С. 685-688.
27. Obidov Z.R. Anodic Behavior and Oxidation of Strontium-Doped Zn5Al and Zn55Al Alloys // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. – 2012. Vol. 48. – №3. – P. 352-355. DOI: 10.1134/S2070205112030136.
28. Обидов З.Р., Ганиев И.Н. Физикохимия цинк-алюминиевых сплавов с редкоземельными металлами. – Душанбе: ООО Андалеб-Р, 2015. – 334 с.
29. Obidov Z.R., Amonova A.V., Ganiev I.N. Effect of Scandium Doping on the Oxidation Resistance of Zn5Al and Zn55Al Alloys // Russian Journal of Physical Chemistry A. – 2013. Vol. 87. – №4. – P. 702-703. DOI: 10.1134/S0036024413040201.
30. Васильев Е.К., Назмансов М.С. Качественный рентгеноструктурный анализ. – Новосибирск: Наука, 1986. – 200 с.

КИНЕТИКАИ ОКСИДШАВИИ ХӮЛАИ РУҲ-АЛЮМИНИЙИ Zn55Al, КИ БО ИНДИЙ ҶАВҲАРОНИДА ШУДААСТ

Ба гурӯҳи истифодашавандаи хӯлаҳои ба коррозия устувор хӯлаҳои руҳ-алюминий бо иловаҳои гуногуни модификатсияшуда шомил мегарданд. Бештари элементҳое, ки ба ин хӯлаҳо шомиланд, дар ин хӯлаҳо маҳлулҳои сахти консентратсияшон тағйирёбанда бо алюминий ва руҳ ҳосил мешаванд. Ҳосилшавии маҳлулҳои сахт ба тағйирёбӣ, аз ҷумла хосиятҳои химиявии онҳо оварда мерасонад. Дар вобастагӣ бо ин, мубрамии таҳқиқот бо зарурати омӯзиши равандҳои баҳамтаъсироти хӯлаҳои металлӣ дар муҳитҳои агрессивӣ ва газнамуд ҳангоми ҳарорати баланд муайян карда мешавад. Ҳамин тавр, бо усули термогравиметрӣ таҳқиқоти баҳамтаъсироти хӯлаи руҳ-алюминийи Zn55Al, ки бо индий ҷавҳаронидашуда, бо оксигени ҳаво дар ҳудуди ҳароратии 473-673 К, дар ҳолати сахт анҷом дода шудааст. Нишондиҳандаҳои кинетикии раванди оксидшавии баландҳароратии хӯлаҳо муайян карда шудааст. Нишон дода шудааст, ки иловаи индий дар ҳудуди 0,01-0,05 фоизи вазн оксидшавии хӯлаи аввалияро каме зиёд менамоянд ва маҳсули оксидшавии хӯлаҳо ин оксидҳои Al_2O_3, ZnO ва In_2O_3 мебошанд.

КАЛИДВОЖАҲО: хӯлаи Zn55Al, индий, усули термогравиметрӣ, кинетикаи оксидшавӣ, каҷхатҳои кинетикӣ, энергияи фаъол, оксидҳо.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Сироҷидинов Мунисҷон Эркинҷонович, унвонҷӯи Институти химияи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. E-mail: semunisjon@mail.ru

Обидов Зиёдулло Раҳматович, доктори илмҳои химия, профессори кафедраи технологияи истеҳсолоти химиявии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ. Тел.: (+992) 93-421-82-10; e-mail: z.r.obidov@rambler.ru

Ғаниев Изатулло Наврузович, доктори илмҳои химия, профессор, академики АМИТ, мудири озмоишгоҳи Институти химияи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. E-mail: ganiev48@mail.ru

Сафаров Аҳрор Мирзоевич, доктори илмҳои техникӣ, профессор, директори Институти химияи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. E-mail: amsafarov@mail.ru

КИНЕТИКА ОКИСЛЕНИЯ ЦИНКОВО-АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА Zn55Al, ЛЕГИРОВАННОГО ИНДИЕМ

К группе широко применяемых коррозийностойких сплавов относятся цинк-алюминиевые сплавы с различными модифицирующими добавками. Большинство элементов, входящих в такие сплавы, образует с алюминием и цинком твердые растворы переменных концентраций. Образование твердых растворов приводит к изменению, в том числе химических свойств. В связи с этим актуальность исследования определяется необходимостью изучения процессов взаимодействия металлических сплавов с газообразными и агрессивными средами при повышенных температурах. Таким образом, термогравиметрическим методом исследовано взаимодействие цинково-алюминиевого сплава Zn55Al, легированного индием, с кислородом воздуха в интервале температур 473-623 К, в твёрдом состоянии. Определены кинетические параметры процесса высокотемпературного окисления сплавов. Показано, что добавки индия в пределах 0,01-0,05 мас. % незначительно увеличивают окисляемость исходного сплава, а продуктами окисления сплавов являются оксиды Al_2O_3, ZnO, In_2O_3.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сплав Zn55Al, индий, термогравиметрический метод, кинетика окисления, кинетические кривые, энергия активации, оксиды.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Сироджидинов Мунисджон Эркинджонович, соискатель Института химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана. E-mail: semunisjon@mail.ru

Обидов Зиёдулло Рахматович, доктор химических наук, профессор кафедры технологии химических производств Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими. Тел.: (+992) 93-421-82-10; e-mail: z.r.obidov@rambler.ru

Ганиев Изатулло Наврузович, доктор химических наук, профессор, академик НАНТ, заведующий лабораторией Института химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана. E-mail: ganiev48@mail.ru

Сафаров Ахрор Мирзоевич, доктор технических наук, профессор, директор Института химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана. E-mail: amsafarov@mail.ru

OXIDATION KINETICS OF ZINC-ALUMINIUM Zn55Al ALLOY, DOPED WITH INDIUM

The group of widely used corrosion-resistant alloys includes zinc-aluminum alloys with various modifying additives. Most of the elements included in such alloys form solid solutions of varying concentrations with aluminum and zinc. The formation of solid solutions leads to a change, including chemical properties. In this regard, the relevance of the study is determined by the need to study the processes of interaction of metal alloys with gaseous and aggressive media at elevated temperatures. In this way the thermo gravimetrical method investigates interaction of zinc-aluminium Zn55Al alloy, doped with indium, with air oxygen in an interval to temperature 473-623K in the firm condition. Kinetic parameters of process of high-temperature oxidation of alloys are defined. Showed, that additives of indium within 0,01-0,05 wt.% slightly increase oxidability of an initial alloy, and products of oxidation of alloys are oxides Al_2O_3, ZnO ва In_2O_3.

KEY WORDS: Zn55Al alloy, indium, thermo gravimetrical a method, oxidation kinetics, kinetic curves, energy of activation, oxides.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Sirojidinov Munisjon Erkinjonovich, researcher at the Institute of Chemistry named after V.I Nikitin of the National Academy of Sciences of Tajikistan. E-mail: firuzih@mail.ru

Obidov Ziyodullo Rahmatovich, doctor of chemical sciences, professor of the department technology of chemical production of the Tajik Technical University named after acad. M.S. Osimi. Phone: (+992) 93-421-82-10; e-mail: z.r.obidov@rambler.ru

Ghaniev Izatullo Navruzovich, doctor of chemical sciences, professor, academician of the National academy of science, head of the laboratory of the Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of the National Academy of Sciences of Tajikistan. E-mail: ganiev48@mail.ru

Safarov Ahror Mirzoevich, doctor of technical sciences, professor, director of the Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of the National Academy of Sciences of Tajikistan. E-mail: amsafarov@mail.ru

УДК 577.1:616.34-008.314.4-053.2:636.2

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИМОАРГА И ТИМОЦИНА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕЧЕНИЯ ТЕЛЯТ ПРИ ДИАРЕЕ

Бобизода Г.М.
Академии образования Таджикистана
Раджабов Ф.Ф.
Государственныеого учрежденийя «Научно-исследовательский фармацевтический центр»
Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан

Разработка новых эффективных препаратов будет способствовать увеличению производства высококачественной продукции животноводства [1-2]. Особенно большое значение это имеет при использовании здоровых, высокопродуктивных животных [3-6].

Известно, что желудочно-кишечные болезни молодняка крупного рогатого скота причиняют огромный экономический ущерб животноводству всех развитых стран.

В настоящее время одним из экономически важных заболеваний считается вирусная диарея телят. Часто противомикробные препараты, применяемые для лечения диареи молодняка КРС, при длительном и бесконтрольном применении вызывают дисбактериоз в желудочно-кишечном тракте, что отрицательно сказывается на уровне естественной резистентности организма больных и провоцирует возникновение заболевания [7].

Применяя имеющиеся схемы лечения до сих пор не удаётся достигнуть 100% сохранности поголовья телят. Многие ученые считают, что острые желудочно-кишечные расстройства способствуют возникновению иммунодефицитных состояний [8].

В связи с вышеизложенным перед нами была поставлена задача изучить влияние тимоарга и тимоцина на эффективность лечения телят при диарее.

Материалы и методы. Опыты проводили на 20 телятах 7-14 дневного возраста. Телята подбирались по принципу аналогов и были поделены на 4 равные группы, по 5 голов в каждой. В первую из них входили клинически здоровые животные, во вторую, третью и четвертую – с желудочно-кишечными расстройствами.

Телят всех групп иммунизировали ассоциированной эмульсионной инактивированной вакциной против парагриппа-3, инфекционного ринотрахеита и вирусной диареи крупного рогатого скота. Вакцину вводили внутримышечно в дозе 2 мл на голову с интервалом 21 сут., в 3- и 24-суточном возрасте. Для профилактики обмена веществ по недостатку микроэлементов животным всех групп применяли внутримышечно препарат Седимин в дозе 5 мл на животное однократно в 4-суточном возрасте. Также применяли комбинированный витаминный препарат Элеовит внутримышечно по 5 мл с интервалом 2 недели в 4-и 18-суточном возрасте. Телятам всех групп с лечебной целью вводили вводили гипериммунную сыворотку СПВИ-КРС по 25 мл внутримышечно на 1 животное двукратно с интервалом 24 часа, в 3-и 4-суточном возрасте.

Животным II гр. (контроль) для подавления сопутствующей бактериальной микрофлоры применяли антибиотик Кепроцерил WSP с лечебной целью перорально индивидуально с водой для поения в суточной дозе 1 г на 1 л воды в течение 7 сут и больше никаких препаратов не вводили. В течение 7 сут. соблюдали 6-часовую голодную диету.

Животным III группы в качестве иммуномодулирующего средства с лечебной целью дополнительно вводили тимоцин внутримышечно один раз в сутки в течение 10 сут. в дозе 1 мл на 100 кг живого веса на одно животное. Для подавления сопутствующей бактериальной микрофлоры также применяли антибиотик Кепроцерил WSP с лечебной целью перорально индивидуально с водой для поения в суточной дозе 1 г на 1 л воды в течение 7 сут. В течение 7 сут. соблюдали 6-часовую голодную диету.

Телятам IV группы с лечебной целью вводили в качестве противовирусного и иммуномоделирующего средства с лечебной целью применяли тимоарг внутримышечно в дозе 1 мл на 100 кг живого веса на одно животное. Для подавления сопутствующей бактериальной микрофлоры применяли антибиотик Кепроцерил WSP с лечебной целью перорально индивидуально с водой для поения в суточной дозе 1 г на 1 л воды в течение 7 сут. На протяжении недели (7 сут.) соблюдали 6-часовую голодную диету.

В начале опыта, а затем через 5, 10, 20, 30 и 60 сут. от начала эксперимента проводили взятие крови, фекалий и носовой слизи от исследуемых животных для лабораторных исследований.

Кровь для исследований набирали в пробирки обычным способом по 10 мл без консервантов. Пробы фекалий брали в стерильные пробирки или банки. Пробы истечений из носовой полости отбирали с помощью стерильных ватных тампонов, которые помещали в носовую полость на 5-10 мин. Тампоны до отправки в лабораторию помещали в морозилку бытового холодильника.

Предварительный диагноз на вирусную диарею телят устанавливали на основании клинических признаков и лабораторных исследований.

В крови телят определяли некоторые морфо-иммунобиохимические показатели характеризующие уровень естественной резистентности организма. В качестве таковых были выбраны следующие: количество эритроцитов и лейкоцитов, содержание гемоглобина, общего белка и его фракций, общего кальция, общего билирубина, фагоцитарной активности нейтрофилов, бактерицидной активности сыворотки крови, выведение цветового показателя, определение скорости оседания эритроцитов. Кровь для проведения исследований брали из ярёмной вены через 3 часа после очередного кормления. Телята в процессе эксперимента подвергались клиническому обследованию.

Эксперимент проводили в течение 10 дней.

Результаты исследования. Результаты клинического обследования телят в начале эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1

Физиологические и клинические показатели животных до эксперимента

Показатель	*Группа животных*				
	1	*2*	*3*	*4*	*Норма*
Температура тела, °С	*39,4*	*41,2*	*41,3*	*41,5*	*38,5–40,5*
Ударов сердца, мин	*105*	*113*	*114*	*115*	*99–108*
Дыханий в мин	*54*	*64*	*62*	*65*	*50–56*
Аппетит	*Есть*	*Отс.*	*Отс.*	*Отс.*	*Есть*
Диарея	*Отс.*	*Есть*	*Есть*	*Есть*	*Отс.*
Фекалии	*Норма*	*водянистые, с примесью слизи*	*водянистые, с примесью слизи*	*водянистые, с примесью слизи*	*Норма*
Потеря в весе	*Отс.*	*Есть*	*Есть*	*Есть*	*Отс.*
Истечения из носа	*Норма*	*серозные, слизистые и слизисто-гнойные +*	*серозные, слизистые и слизисто-гнойные*	*серозные, слизистые и слизисто-гнойные*	*Норма*
Слизистая оболочка глаз	*Норма*	*Гипере-мирована*	*Гипере-мирована*	*Гипере-мирована*	*Норма*

При клиническом обследовании телят первой группы явных отклонений со стороны их здоровья выявлено не было. Основные физиологические показатели (температура тела, частота дыхания, количество пульса) находились в пределах границ физиологической нормы. У телят остальных групп отмечались клинические признаки заболевания.

Окончательный диагноз устанавливали на основании клинических данных и результатов лабораторных исследований.

Показатели живой массы и сохранности телят приведены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели живой массы и сохранности телят

Группа	*Живая масса,кг*		*Среднесуточный привес, г*	*Сохранность животных*	
	1 день	*60 день*		*гол*	*%*
1	*30,1*	*65,8*	*595*	*5*	*100*
2	*27,5*	*65,1*	*627*	*4*	*80*
3	*26,7*	*66,9*	*670*	*5*	*100*
4	*26,6*	*67,1*	*675*	*5*	*100*

Вес телят к началу опыта был в пределах от 26,6 до 30,1 кг. У животных первой контрольной группы к концу опыта он составлял 65,8 кг. Среднесуточный привес за время эксперимента составил 595 г. Сохранность телят составила 100%. У телят второй группы средний вес телят составил 65,1 кг, среднесуточный привес – 627 г, сохранность животных – 80%, Падёж произошёл в 7-суточном возрасте. У животных третьей группы средний вес к концу опыта составил 66,9 кг, средний привес – 670 г, сохранность – 100%. Телята четвертой группы в среднем весили 67,1 кг, средний привес составил 675 г, сохранность – 100%.

Клинические показатели крови телят в начале эксперимента приведены в таблице 3. Как видно из этих данных, отмечалось снижение количества эритроцитов и лейкоцитов, снижение содержания гемоглобина, снижение СОЭ.

Таблица 3

Клинические показатели крови телят в начале эксперимента

Показатель	*Группа животных*				
	1	*2*	*3*	*4*	*Норма*
Эритроциты, млн/мкл	*4,11*	*3,25*	*3,54*	*3,86*	*5-10*
Лейкоциты, тыс/мкл	*7,32*	*7,11*	*7,03*	*6,99*	*4-12*
Гемоглобин, г/л	*101,3*	*96,4*	*93,1*	*92,5*	*80-150*
СОЭ, мм/час	*1,3*	*1,2*	*1,2*	*1,1*	*1-6*

Динамика клинических показателей крови приведена в таблице 4.

Таблица 4

Динамика клинических показателей крови

Дни	*Группа*				
	1	*2*	*3*	*4*	*Норма*
Эритроциты, млн/мкл					
1	*4,11*	*3,3*	*3,8*	*3,75*	*5-10*
20	*4,2*	*4,1*	*5,2*	*5,3*	*5-10*
30	*4,52*	*4,4*	*5,1*	*5,15*	*5-10*
60	*4,25*	*4,2*	*5,2*	*5,3*	*5-10*
Лейкоциты, тыс/мкл					
1	*7,32*	*7,11*	*7,03*	*6,99*	*4-12*
20	*7,4*	*7,21*	*7,2*	*7,1*	
30	*7,43*	*7,3*	*7,6*	*7,5*	
60	*7,48*	*7,4*	*7,7*	*7,6*	
Гемоглобин, г/л					
1	*101,3*	*96,4*	*93,1*	*92,5*	*80-150*
20	*103,4*	*104,5*	*107,9*	*108,3*	
30	*106,8*	*108,2*	*110,7*	*112,4*	
60	*106,5*	*107,9*	*112,5*	*113,9*	
СОЭ, мм/час					
1	*1,3*	*1,2*	*1,2*	*1,1*	*1-6*
20					
30					
60					

Как видно из таблицы 4, в течение всего эксперимента отмечалась положительная динамика клинических показателей. Причем лучшая динамика отмечалась у животных тех групп, которым в качестве иммуномодулирующих препаратов применяли тимоцин и тимоарг.

Таблица 5

Иммунобиохимические показатели крови телят в начале эксперимента

Показатель	*Группа*			
	1	*2*	*3*	*4*
Билирубин, мкмоль/л	*4,25±0,74*	*10,11±1,8*	*9,9±1,7*	*10,22±1,9*
Кальций, ммоль/л	*2,84±0,05*	*2,33±0,04*	*2,29±0,08*	*2,31±0,05*
Общий белок, г/л	*62,7±2,85*	*54,3±2,2*	*54,9±2,4*	*55,1±2,4*
Альбумины, %	*44,8±1,11*	*38,52±2,14*	*39,12±2,09*	*38,95±2,55*
Глобулины, %	*55,92±2,05*	*62,48±2,44*	*61,98±2,51*	*60,9±2,4*
БАСК, %	*47,3±3,42*	*39,25±2,81*	*38,95±2,85*	*38,25±2,61*
ФАН	*64,3±4,85*	*52,14±4,7*	*53,1±4,9*	*52,9±4,85*

Как видно из таблицы 5, до лечения у животных отмечалось повышение содержания билирубина и глобулинов, снижение содержания кальция, общего белка и альбуминов, снижение бактерицидной активности сыворотки крови и фагоцитарной активности нейтрофилов.

Таблица 6

Иммунобиохимические показатели крови телят после лечения

Показатель	*Группа*			
	1	*2*	*3*	*4*
Билирубин, мкмоль/л	*4,31±0,82*	*6,25±1,1*	*4,9±1,1*	*4,85±1,0*
Кальций, ммоль/л	*2,91±0,06*	*2,62±0,03*	*2,79±0,09*	*2,82±0,1*
Общий белок, г/л	*63,1±2,9*	*57,8±3,1*	*62,9±2,8*	*62,7±2,9*
Альбумины, %	*45,8±1,4*	*42,52±2,2*	*44,1±2,2*	*44,75±2,35*
Глобулины, %	*57,2±2,25*	*60,28±2,35*	*58,7±2,24*	*59,2±2,39*
БАСК, %	*47,9±3,51*	*44,35±2,51*	*46,9±2,9*	*47,1±2,83*
ФАН	*65,1±4,92*	*61,95±4,2*	*63,9±5,1*	*64,2±4,9*

Как показывают данные таблицы 6, после лечения иммунобиохимические показатели крови телят приближались к показателям крови здоровых животных, причем наиболее близкими были показатели животных третьей и четвертой групп, в которых применяли тимоцин и тимоарг.

Подобная динамика показателей крови отмечалась при применении в качестве иммуномодулирующего препарата миксоферон [9-10].

Выводы. Применение при лечении диареи телят иммуномодулирующих препаратов тимоцина и тимоарга приводит к повышению эффективности лечения и сохранности животных.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Комарова Н.К., Косилов В.И., Востриков Н.И. Влияние лазерного излучения на молочную продуктивность коров различного типа стрессоустойчивости // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – №3(53). – С. 132-134.
2. Мироненко С.И. Показатели экономической эффективности выращивания крупного рогатого скота разного направления продуктивности в условиях Южного Урала / С.И. Мироненко, В.И. Косилов, Д.А. Андриенко, Е.А. Никонова // Вестник мясного скотоводства. – 2014. – №3(86). – С. 58-63.
3. Гатауллина Ю.И., Ильясова З.З. Изменения биохимических показателей крови при беломышечной болезни телят // Научно-методический электронный журнал Концепт. – 2017. Т. 39. – С. 3651-3655.
4. Гафарова Ф.М. Молочная продуктивность коров в зависимости от возраста / Ф.М. Гафарова, Ф.А. Гафаров, З.А. Галиева, А.М. Шарафутдинова // Аграрная наука: поиск, проблемы, решения: матер. Междунар. науч-практич. конф. – Волгоград, 2015. – С. 261-263.
5. Долженкова Г.М. Технологии первичной переработки продуктов животноводства / Г.М. Долженкова, З.А. Галиева, М.Б. Ребезов, Ф.А. Гафаров, Э.К. Окусханова // Лабораторный практикум. – Алматы: МАП, 2015. – 120 с.
6. Долженкова Г.М., Галиева З.А. Эффективность использования питательных веществ и энергии рационов бычками чёрно-пёстрой породы при использовании кормовой добавки биодарин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. Т. 1. – №3. – С. 40-45.
7. Киселенко, П.С. Опыт лечения диспепсии телят // Проблемы зоотехнии, ветеринарии и биологии сельскохозяйственных животных на Дальнем Востоке: Сб. науч. тр. – Благовещенск, 2011. Вып. 18. – С. 65-70.
8. Основные синдромы внутренних болезней животных/ С.П. Ковалев, А.П. Курдеко, Ю.К. Коваленок [и др.]. – Санкт-Петербург: Изд. СПбГАВМ, 2013. – 48 с.
9. Ковалёв С.П., Киселенко П.С. Изменнение показателей крови при диарее телят // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки РСФСР, доктора ветеринарных наук, профессора Кабыша Андрея Александровича: Сб. науч. тр. – Троицк: Южно-Уральский ГАУ, 2017. – С. 235-240.
10. Галиева З.А., Ильясова З.З., Газеев И.Р., Зиянгирова С.Р.Эффективный метод лечения диареи молодняка крупного рогатого скота // Ветеринария – 2000.

ОМӮЗИШИ МУҚОИСАВИИ ТАЪСИРИ ТИМОАРГ ВА ТИМОТСИН БА САМАРАНОКИИ ТАБОБАТИ ГӮСОЛАҲО ҲАНГОМИ ДИАРЕЯ

Дар мақола натиҷаҳои табобати диареяи гӯсолаҳо бо истифода аз препаратҳои иммунодефитситии тимотсин ва тимоарг оварда шудааст. Таҷрибаҳо дар 20 гӯсолаҳои синашон 7-14-рӯза гузаронида шуданд. Гӯсолаҳо аз рӯи монандӣ интихоб шуда, ба чор гурӯҳи баробар, ҳар кадом 5-сарӣ ҷудо карда шуданд.

Ҳамаи гӯсолаҳои гурӯҳҳои интихобшуда бо ваксинаи маҷмӯии эмулсионии инакиватсияшудаи зидди парагриппи 3, ринотрахеити сироятӣ ва диареяи вирусии чорвои калони шохдор эм карда шуданд. Барои пешгирии норасоии микроэлементҳои барои мубодилаи моддаҳо зарурӣ ба гӯсолаҳои ҳамаи гурӯҳҳо як маротиба дар чорӯзагиашон препарати Седимин гузаронида шуд. Ҳамчунин дар синни 4 ва 18-рӯзагиашон ба онҳо препарати витаминдори Элеовит ворид карда шуд. Ба гӯсолаҳои ҳамаи гурӯҳҳо бо мақсади табобат дар синни 3-4-рӯзагӣ зардоби гипериммунии СПВИ-КРС гузаронида шуд. Ба чорвои

гурӯҳҳои II-IV барои паст кардани микрофлораи бактериалӣ антибиотики Кепротсерил WSP ва ба чорвои гурӯҳи III бо мақсади табобат ба таври илова ба сифати воситаи иммуноқавикунанда тимотсин ва гурӯҳи IV тимоарг гузаронида шуд. Маълум шуд, ки ҳангоми табобати диареяи гӯсолаҳо истифода бурдани препаратҳои иммуномқавикунандаи тимотсин ва тимоарг самаранокии табобатро баланд намуда, ба нигоҳдории чорво мусоидат мекунад.

КАЛИДВОЖАҲО: диареяи гӯсолаҳо, препаратҳои иммуноқавикунанда, тимотсин, тимоарг.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Бобизода Ғуломқодир Мукамал, академики Академияи таҳсилоти Тоҷикистон, доктори илмҳои биологӣ ва фарматсевтӣ, профессор, президенти Академияи таҳсилоти Тоҷикистон. Тел.: (+992) 911-24-82-22; e-mail: bobievgm@mail.ru

Раҷабов Файзалӣ Файзуллоевич, унвонҷӯи муассисаи давлатии «Маркази илмӣ-таҳқиқотии фарматсевтӣ»-и Вазорати тандурустӣ ва ҳифзи иҷтимоии аҳолии Ҷумҳурии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 917-85-13-13.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИМОАРГА И ТИМОЦИНА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕЧЕНИЯ ТЕЛЯТ ПРИ ДИАРЕЕ

Приведены результаты лечения диареи телят с применением иммуномодулирующих препаратов тимоцин и тимоарг. Опыты проводили на 20 телятах 7-14 дневного возраста. Телята подбирались по принципу аналогов и были поделены на 4 равные группы, по 5 голов в каждой. В первую из них входили клинически здоровые животные, во вторую, третью и четвертую – с желудочно-кишечными расстройствами.

Телят всех групп иммунизировали ассоциированной эмульсионной инактивированной вакциной против парагриппа-3, инфекционного ринотрахеита и вирусной диареи крупного рогатого скота. Для профилактики обмена веществ по недостатку микроэлементов животным всех групп применяли внутримышечно препарат Седимин однократно в 4-суточном возрасте. Также применяли комбинированный витаминный препарат Элеовит в 4- и 18-суточном возрасте. Телятам всех групп с лечебной целью вводили вводили гипериммунную сыворотку СПВИ-КРС в 3- и 4-суточном возрасте. Животным II-IV групп для подавления сопутствующей бактериальной микрофлоры применяли антибиотик Кепроцерил WSP. Животным III группы в качестве иммуномодулирующего средства с лечебной целью дополнительно вводили тимоцин, IV группы – тимоарг. Применение при лечении диареи телят иммуномодулирующих препаратов тимоцина и тимоарга приводит к повышению эффективности лечения и сохранности животных.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: диарея телят, иммуномодульрующие препараты, тимоцин, тимоарг.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Бобизода Гуломкодир Мукамал, академик Академии образования Таджикистана, доктор биологических и фармацевтических наук, профессор, президент Академии образования Таджикистана. Тел.: (+992) 911-24-82-22; e-mail: bobievgm@mail.ru

Раджабов Файзали Файзуллоевич, соискатель государственного учреждения «Научно-исследовательский фармацевтический центр» Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан. Тел.: (+992) 917-85-13-13.

COMPARATIVE STUDY OF THE INFLUENCE OF THYMOARG AND THYMOCIN ON THE EFFECTIVENESS OF TREATMENT OF CALFS IN DIARRHEA

The results of the treatment of calf diarrhea with the use of immunomodulatory drugs thymocin and timoarg are presented. The experiments were carried out on 20 calves of 7-14 days of age. The calves were selected according to the analogy principle and were divided into 4 equal groups, 5 heads each. The first of them included clinically healthy animals, the second, third and fourth - with gastrointestinal disorders.

Calves of all groups were immunized with an associated emulsion inactivated vaccine against parainfluenza-3, infectious rhinotracheitis and viral diarrhea in cattle. For the prevention of metabolism due to the lack of trace elements in animals of all groups, Sedimin was administered intramuscularly once at 4 days of age. The combined vitamin preparation Eleovit was also used at 4 and 18 days of age. The calves of all groups were injected for therapeutic purposes with hyperimmune serum SPVI-cattle at 3 and 4 days of age. The antibiotic Keproceryl WSP was used to suppress the concomitant bacterial microflora in animals of groups II-IV. Animals of the III group were additionally injected with thymocin as an immunomodulatory agent for therapeutic purposes, and of the IV group - timoarg. The use of immunomodulatory drugs thymocin and timoarg in the treatment of calves' diarrhea leads to an increase in the effectiveness of treatment and the safety of animals.

KEY WORDS: calf diarrhea, immunomodulatory drugs, thymocin, thymoarg.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Bobizoda Gulomkodir Mukamal, academician of the Academy of education of Tajikistan, doctor of biological and pharmaceutical sciences, professor, president of the Academy of education of Tajikistan. Phone: (+992) 911-24-82-22; e-mail: bobievgm@mail.ru

Rajabov Faizali Fayzulloevich, applicant for the state institution «Scientific research pharmaceutical center» of the Ministry of health and social protection of the population of the Republic of Tajikistan. Phone: (+992) 917-85-13-13.

КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ АКТИВНОСТЬЮ АНТИОКСИДАНТНОГО ФЕРМЕНТА КАТАЛАЗЫ И ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛИСТЬЕВ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЮГА ТАДЖИКИСТАНА

Гулов М.К.
Таджикский государственный медицинский университет имени Абуали ибн Сино

Введение

Глобальное изменение климата влияет на физиолого-биохимические основы устойчивости растений и в дальнейшем может негативно повлиять на продуктивность сельскохозяйственных культур [1, с. 716; 3, с. 10]. Приспособления растений к новым условиям среды достигается в основном за счет модификационной и генотипической изменчивости растений [2, с. 5-6]. Ряд авторов сообщают, что засоление, засуха и высокая температура являются одними из главных стрессорных факторов, снижающих урожайность сельскохозяйственных культур, в основе которых лежит усиление осмотического стресса, которое является следствием нарушения водного гомеостаза [1, с. 720; 4, с. 583-586].

В результате дисмутации, в процессе фотодыхания, при β-окислении жирных кислот, при окислении полиаминов в растении, образуется перекис водорода (H_2O_2), который необходим для многих метаболических реакций. Сверхпродукция пероксида водорода, наблюдающаяся в стрессовых условиях, вызывает необратимые изменения в структуре биомолекул. В растительной клетке присутствуют ферменты, способные детоксифицировать это соединение. Наиболее распространенными в растениях являются каталаза и большое семейство пероксидаз – гваяколовая, аскорбатпероксидаза, глутатионпероксидаза. Каталаза (КАТ) является гемсодержащим тетрамерным ферментом, осуществляющим реакцию разложения перекиси водорода с образованием молекулярного кислорода и воды [8, с. 239].

Изучение активности каталазы и аскорбатпероксидазы в условиях температурного стресса показало, что снижение активности ферментов происходят в большей степени у неустойчивых сортов картофеля чем у устойчивых. Полученные результаты указывают на колебательный характер изменения активности антиоксидантных ферментов в онтогенезе растений, что дает возможность предположить, что сорта картофеля, устойчивые к высокой температуре, обладают механизмом лабильно-восстанавливающих систем защиты и, следовательно, проявляют большую устойчивость к воздействию стресса [5, с. 99-100]. Однако эти важные вопросы в условиях жаркого климата Юга Таджикистана осталось не решенным.

Целью настоящего исследования явилось изучение связь между активности антиоксидантного фермента каталазы и водоудерживаюшей способности листьев картофеля и относительное содержание воды в разных фазах развития растений картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в условиях Южного Таджикистана.

Материалы и методы исследования. В качестве объектов исследования использовали коллекционный материал картофеля Института ботаники, физиологии и генетики растений Академии наук Республики Таджикистан (ИБФГР АН РТ). Исследования были проведены в условиях Хуросонского района Республики Таджикистан, расположенного на высоте 550 метров над уровнем моря, где дневная температура воздуха превышает 35^0С, и среднесуточная температура воздуха во время вегетации картофеля составляла 27-29^0С. Сортообразцы картофеля выращивались на основе общепринятой агротехники. В исследованиях были использованы пять сортов картофеля (Таджикистан, Рашт, Файзабад, АН-1 и Нилуфар) и один сортообразец (Бунафша), полученный от генеративной популяции сорта Зарина в 2005 году. В разных фазах развития растений картофеля были изучены активность КАТ (КФ 1.11.16). Активность каталазы определяли по скорости разложения H_2O_2 по методу Kumar, Knowles (1993) с некоторой модификацией [9, с. 115–124.]. Для этого навеску листьев (200 мг) гомогенизировали в 50 мМ калий – фосфатном буфере (2 мл), pH-6,8. Гомогенат центрифугировали при 12000 об/мин в течение 10 мин. Супернатант использовали как ферментный препарат. К 0,1 мл ферментного препарата добавляли 0,9 мл калий-фосфатного буфера, реакцию запускали добавлением 100 мкл 0,1 М перекиси водорода и определяли изменение экстинкции при 240 нм через каждые 5 секунд на спектрофотометре Ultraspec-II (Швеция). В качестве контроля использовали калий-фосфатный буфер. Активность пробы рассчитывали по формуле $E_{240нм} * n/39,4*m$ и выражали в мМ H_2O_2 на г/сырой массы в мин. Относительное содержание воды (ОСВ) и водоудерживающей способности сортов в листьях картофеля определяли по методике Л.Г.

Емельянов, С.А. Анкуд [7, с. 25-40]. Статистическая обработка данных проведена с использованием компьютерной программы *Microsoft Excel* 2010 и по Б.А. Доспехову [6, с. 230-238].

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты исследования показали, что в условиях высокой температуры воздуха наблюдается обратная корреляция между активности каталазы и ВУС листьев картофеля в разных фазах развития растений (рисунки 1-3).

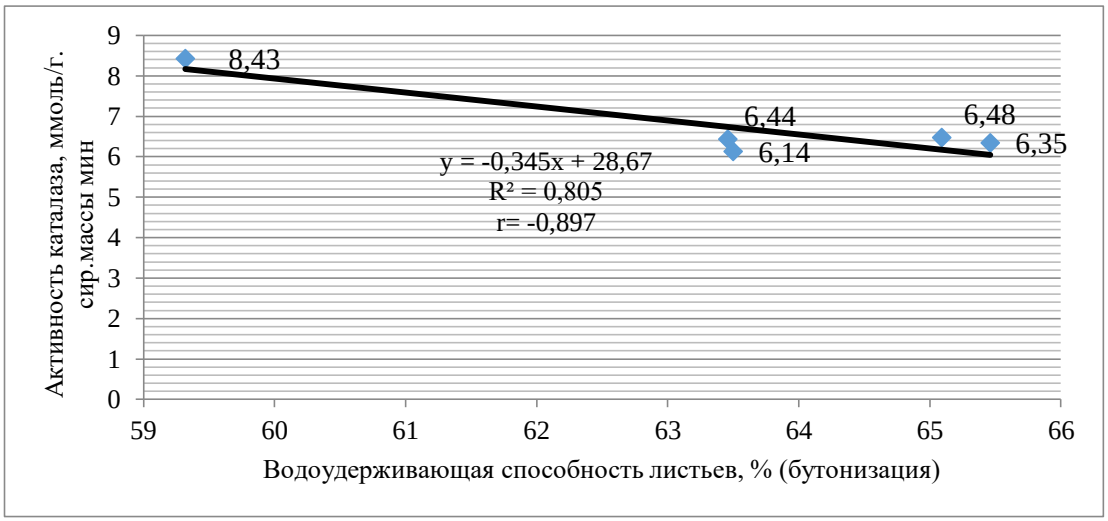


Рисунок 1. Водоудерживающая способность листьев и активность каталазы у картофеля в фазе бутонизации.

Как видно из рисунка 1 в фазе бутонизации между водоудерживающей способностью листьев и активностью каталазы у картофеля наблюдается обратная сильная связь (r = - 0,897), что показывает об отрицательное влияние ВУС листьев на активность каталазы у сортов картофеля в условиях Юга Таджикистана. Необходимо отметить, что в фазе бутонизации пока растение картофеля молодые и у них интенсивно происходить процесс органогенеза и увеличение концентрации ферментов и белков, что приводить к снижению концентрации АФК в клетках растений.

Такая же картина наблюдается по связи этих признаков в фазе цветения картофеля (рисунок 2).

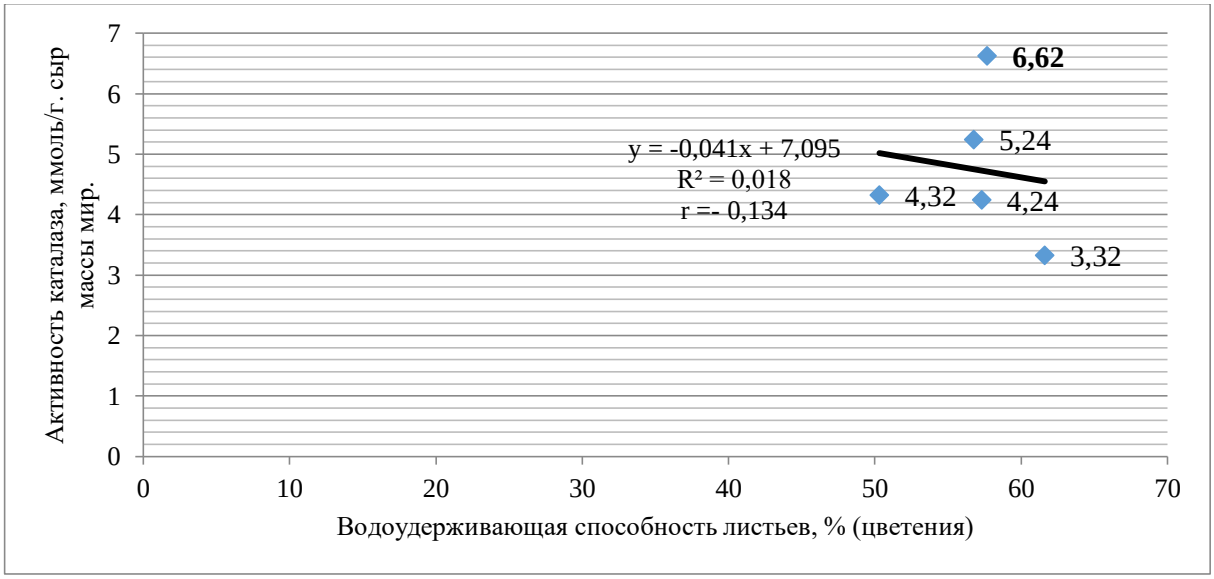


Рисунок 2. Водоудерживающая способность листьев и активность каталазы у картофеля в фазе цветения.

Данные рисунки 2 показывают, что между водоудерживающая способность листьев и активность каталазы в условиях высокой температуры воздуха (30^0C) у картофеля в фазе цветения отмечается слабая обратная связь (r=-0,134), что показывает об отрицательное влияние водоудерживающая способность листьев на активности каталазы у сортов картофеля в условиях высокого температуры. Это объясняется тем, что в этой фазе активно протекают синтеза органических веществ и другие физиологические процессы в листьях растений и поэтому, в определённой степени снижается связь между этими важными признаками. ВУС листьев могут влиять на скорост синтеза антиоксидантных ферментов.

Опыты показали, что в конце вегетации, когда формируются клубни у растений, также наблюдается слабая обратная корреляции между водоудерживающей способности листьев и активностью каталазы (рисунок 3).

Рисунок 3. Водоудерживающей способностью листьев и активностью каталазы у картофеля в фазе клубнеобразования.

В фазе клубнеобразования связь между водоудерживающая способность листьев и активность каталазы составляет r=0,281. По мере наступления фазы клубнеобразовния у растений активизируется процесс старения и снижение водоудерживающая способность листьев у картофеля.

Таким образом, можно отметит, что связь между признаками активности фермента каталазы и водоудерживающая способность листьев, если в фазах бутонизации и цветения составляет обратная корреляция (соответственно r =-0,897 и r =-0,134), то в фазе клубнеобразования наблюдается положительная слабая корреляция между этими признаками (r = 0,281). Следовательно, в зависимости от генетической особенности картофеля, коэффициент корреляции признаков активности фермента каталазы и водоудерживающая способность листьев имеет изменчивого характера в зависимости от фазы развития растений. Это свидетельствует о том, что в процессе роста и развития растении в разные фазы развития, по-разному протекают физиологические и биохимические процессы у растений в условиях высокого температуры воздуха. Эти процессы по-разному влияют на уровень корреляция между такими физиологическими параметри, как водоудерживающая способность листьев и активности фермента каталазы под воздействием такого сильного стрессорного фактора, как высокая температура воздуха (30-35^0C).

Наши исследования показали, что в условиях Юга Таджикистана между такими важными физиолого - биохимическими признаками у растений картофеля, как активность фермента каталазы и относительное содержание воды (ОСВ) в листьях в течение вегетации у сортообразцов картофеля наблюдается положительная корреляция, что видно из нижеприведённых рисунков (рисунки 4-6).

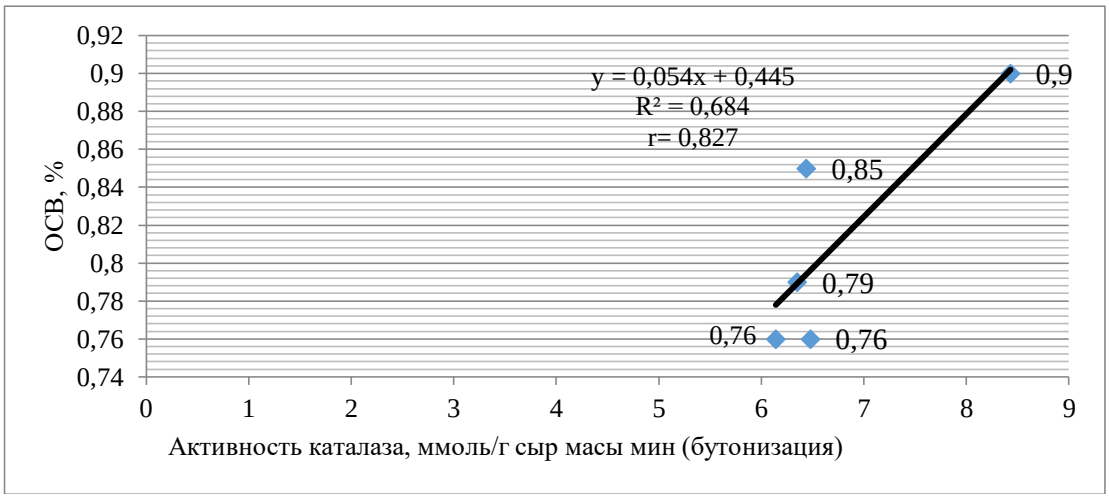


Рисунок 4. Связь между ОСВ листьев и активностью каталазы у картофеля в фазе бутонизации.

Следует отметить, что если корреляция между признаками ОСВ и активностью каталазы в фазе бутонизации составляет сильная положительная (r=0,827) (рисунок 4), то этот показатель в фазе цветения наблюдается более слабая корреляция (r=0,137) (рисунок 5), а в фазе клубнеобразования - сравнительно средняя корреляция, которая составляет r=0,559 (рисунок 6).

Рисунок 5. Связь между ОСВ листьев и активностью каталазы у картофеля в фазе цветения.

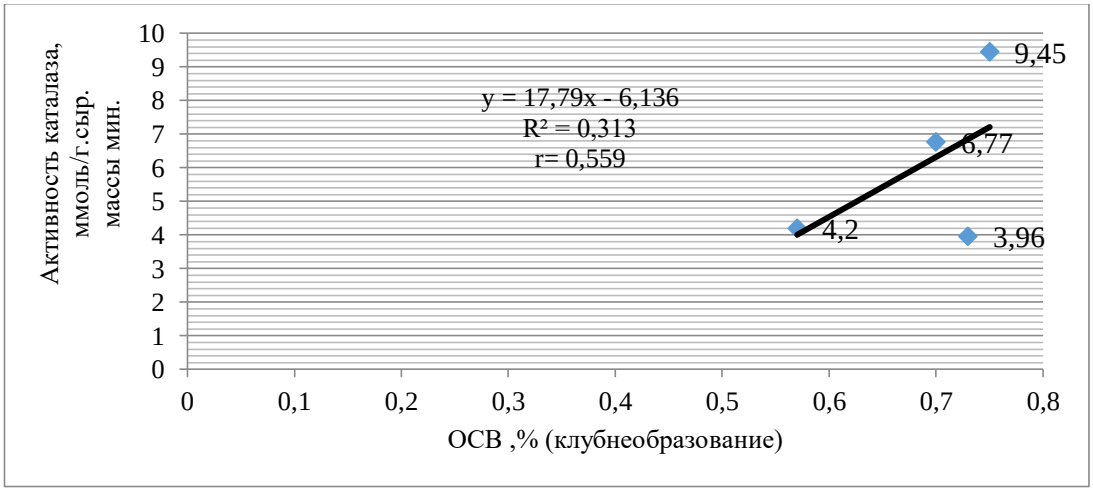


Рисунок 6. Связь между ОСВ листьев и активностью каталазы у картофеля в фазе клубнеобразования.

Таким образом, изучение связь между активность каталазы и ОСВ в разных фазах развития картофеля показывает, что взаимосвязи этих признаков зависит от фазы развития растений в условиях Юга Таджикистана. Связь между этими признаками в фазе бутонизации более сильная (r = 0,827), в фазе цветения сравнительно слабая (r= 0,137), а в фазе клубнеобразования это составляет средняя связь (r = 0,559).

Необходимо отметить, что корреляция между активности фермента каталазы и ОСВ листьев картофеля существует положительные связь в фазах развитиях растений. В фазах бутонизации и клубнеобразования наблюдается соответственно сильная и средняя положительная корреляционная связь. Однако, в зависимости от генетической особенности сортообразцов картофеля, в фазе цветения такая связь более положительная слабая по сравнению фазами бутонизации и клубнеобразования. По-видимому, в фазе цветения у растений происходит уменьшение концентрации АФК в листьях растений, и, следовательно, при этом происходить снижения активности антиоксидантных ферментов, что приводит к ослаблению этих связей.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Алиев К.А.Испытание гибридов картофеля на устойчивость к NaCl и регенерация солеустойчивых гибридов in- viro/ К.А. Алиев, Карли Карло, М.Л. Азимов и др.// Доклады АН РТ. Отд. биол. и мед наук. – Душанбе, 2007. – №8. – С. 716-721.
2. Алиев, К.А. Биотехнология растений клеточно-молекулярной основы / К.А. Алиев. – Душанбе. Ирфон, 2012. – 176 с.
3. Кузнецов Вл.В. Физиологические механизмы адаптации и создание стресс-толерантных растений. Проблемы экспериментальной биологии. Под ред. Ламана Н.А. – Минск: Технология, 2009. – 116 с.
4. Кузнецов Вл.В., Дмитриева Г.А.8.5.1 Цветение/ Вл.В., Кузнецов Г.А. Дмитриева// Физиология растений: Учебник. - Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. Высшая школа, 2006. – С. 583-586. – 742 с.
5. Гулов, М.К. Активность антиоксидантных ферментов в онтогенезе растений картофеля (Solanum TubeRosum L.) в условиях Южного Таджикистана[Текст]/ М.К. Гулов, Н.Х. Норкулов, З.Б. Давлятназарова, К. Партоев. К. Алиев // Ж. Известия, Оренбургского Государственного Аграрного Университета, 2020. – №2(82). – С. 97-100
6. Доспехов Б.А Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 334 с.
7. Емельянов Л.Г., Анкуд С.А. Водообмен и стрессоустойчивость растений – Минск: Наука и техника, 1992. – 142 с.
8. Foyer C.H., Noctor G. Defining robust redox signalling within the context of the plant cell / C.H. Foyer, G. Noctor // Plant Cell & Environmen. – 2015. – №38. – P. 239.
9. Kumar C.N., Knowles N.R. Changes in lipid peroxidation and lipolytic and freeradical scavenging enzyme during aging and sprouting of potato (*Solanum tuberosum* L.) seed-tubers. Plant Physiol. – 1993. – Vol. 102. – P. 115–124.

КОРРЕЛЯТСИЯИ БАЙНИ ФАЪОЛНОКИИ ФЕРМЕНТИ АНТИОКСИДАНТИИ КАТАЛАЗА ВА ҚОБИЛИЯТИ ОБНИГОҲДОРИИ БАРГИ КАРТОШКА ДАР ШАРОИТИ ИҚЛИМИ ГАРМИ ТОҶИКИСТОН

Дар ин мақола натиҷаи таҳқиқоти илмӣ оид ба алоқамандии коррелятсионии байни фаъолнокии ферменти антиоксидантии каталаза ва қобилияти обнигоҳдории барги навъҳои картошка ва миқдори нисбии об дар давраҳои сабзиши растанӣ пешниҳод шудааст. Муқаррар карда шуд, ки дар байни фаъолнокии ферменти каталаза ва қобилияти обнигоҳдории барги картошка дар давраи мӯҷабандӣ ва гулкунӣ алоқаи манфии коррелятсия (мутаносибан r=-0,897 ва r=-0,134) мушоҳида шуда, дар давраи лӯндаҳосилкунӣ бошад, алоқаи мусбии пасти коррелянсия (r=0,281) мушоҳида мешавад. Муайян карда шуд, ки дар байни фаъолнокии ферменти каталаза ва миқдори нисбии об дар давраи мӯҷабандӣ нисбатан пурзӯртар (r=0,827) мушоҳида шуда, дар давраи гулкунӣ нисбатан суст (r=0,137), вале дар давраи лӯндаҳосилкунӣ коррелятсияи миёна (r=0,559) мушоҳида мешавад.

КАЛИДВОЖАҲО: картошка, ҳарорат, стресс, каталаза, қобилияти обнигоҳдорӣ, коррелятсия.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Гулов Маҳмалӣ Қодирович, номзади илмҳои биология., дотсенти кафедраи биохимияи МДТ Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абӯалӣ ибни Сино. E-mail: gulov60 @inbox.ru

КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ АКТИВНОСТЬЮ АНТИОКСИДАНТНОГО ФЕРМЕНТА КАТАЛАЗЫ И ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛИСТЬЕВ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЮГА ТАДЖИКИСТАНА

В статье излагается результаты по изучения коэффициента корреляции между активностью антиоксидантного фермента каталазы и водоудерживающий способности листьев картофеля, а также относительное содержание воды в фазах развитии растений. Установлено, что связь между признаками активности фермента каталазы и водоудерживающая способность листьев в фазах бутонизации и цветения составляет обратная корреляция (соответственно r=-0,897 и r=-0,134), а в фазе клубнеобразования наблюдается положительная слабая корреляция между этими признаками (r=-0,281). Определено, что связь между активностью каталазы и ОСВ в фазе бутонизации более сильная (r = 0,827), в фазе цветения сравнительно слабая (r= 0,137), а в фазе клубнеобразования средняя (r=-0,559).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: картофель, температура, стресс, каталаза, водоудерживающая способность, корреляция.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Гулов Махмали Кодирович, кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии Таджикского государственного медицинского университета имени Абуали ибн Сино. E-mail: gulov60 @inbox.ru

THE CORRELATION BETWEEN ACTIVITY OF ANTIOXIDANT ENZYMES OF CATALASE AND WATER-HOLDING CAPACITY OF POTATO LEAVES UNDER A HOT CLIMATE IN SOUTH TAJIKISTAN

In the article it is stated about results of studying of factor of correlation between activity antiocsidant enzyme and water-retaining ability of leaves of a potato, and also the relative maintenance of water in phases development of plants. It is established that between signs of activity of enzyme catalase and water-retaining ability of leaves in phases butonisationand flowerings makes communication return correlation (accordingly r =- 0,897 and r =-0,134), and in a phase tuners formation positive weak correlation between these signs (r = 0,281) is observed. It is defined that communication between activity catalase and OCB in a phase butonisation stronger (r=0,827), in a flowering phase rather weak (r=0,137), and in a phase tuners formation - average (r=0,559).

KEY WORDS: potato, temperature, stress, catalase, water-retaining ability of leaves, correlation.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Gulov Mahmali Qodirovich, candidate of biological sciences, associate professor of the department of biochemistry Tajik State Medical University named after Abuali ibni Sino. E-mail: gulov60@inbox.ru

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХАТЛОНСКОЙ ОБЛАСТИ

Ализода У.А., Кодиров А.С.
Центр инновационного развития науки и новых технологий НАНТ

Таджикистан является страной, не имеющей выхода к морю, с населением более 9 млн. человек и занимает 125 место среди 188 стран в Индексе человеческого развития 2018 года [5]. Несмотря на то, что валовой национальный доход Таджикистана на душу населения в 2018 году достиг приблизительно 4050 долларов США, страна остается самой бедной в регионе СНГ, со значительным дефицитом продовольствия. Бедность по-прежнему широко распространена, несмотря на снижение уровня бедности. Более половины сельского населения принадлежит к двум самым низким квантилям благосостояния со значительными различиями между регионами: эта доля возрастает до почти двух третей в Хатлонской области.

Страна уязвима к внешним и внутренним экономическим тенденциям. Экономика страны сильно зависит от экспорта нескольких товаров, в основном алюминия и хлопка, а также от импортируемых продуктов питания, топлива и потребительских товаров. Таджикистан зависит от импорта продовольствия, чтобы покрыть более половины потребностей своего населения. Половина потребляемой пшеницы, составляющая 70 процентов от среднесуточного потребления калорий, импортируется, что подвергает население глобальным колебаниям цен на продовольствие и обменного курса.

Сельское хозяйство обеспечивает около 23 процентов ВВП и использует более половины рабочей силы Таджикистана. Большая часть сельскохозяйственного производства выращивается на небольших приусадебных участках - собственное производство приносит половину дохода сельского домохозяйства, а четверть приходится на денежные переводы - ненадежный источник дохода. Производство продуктов питания ограничено из-за недостаточной доступности пахотных земель. Только семь процентов общей площади земли пригодны для пахоты, из которых 97 процентов подвержены деградации почвы. Доступность земли также ограничена высокой частотой стихийных бедствий, зависимостью от изношенной сельскохозяйственной

инфраструктуры и технологий, а также высокими налогами и неадекватными структурами землепользования.

Хатлонская область – одна из крупных и аграрных регионов страны часто сталкивается с проблемами, чтобы справиться с его нынешним климатом, не говоря уже о надвигающихся изменениях, о чем свидетельствует низкая производительность сельского хозяйства, нехватка воды и большие потери, понесенные в результате стихийных бедствий. Кроме того, сельскохозяйственные проблемы усиливаются, а уязвимость к изменению климата не снижается. Это, в частности, связано с чрезмерным акцентом на выращивание хлопка, плохими системами управления водными ресурсами, которые не создают стимулов для эффективного водопользования, и небезопасным землепользованием, которое не обеспечивает фермеров адекватными правами собственности и, следовательно, стимулами для правильного освоения земель.

Таджикистан классифицируется как наиболее уязвимая страна в регионе Восточной Европы и Центральной Азии к изменению климата, и подвержен частым стихийным бедствиям, включая наводнения, сели, оползни и все чаще, засухи и дефицит воды. Экстремальные температуры и неустойчивые осадки оказывают значительное влияние на сельскохозяйственное производство, здоровье и доходы.

Хатлонская область обладает несельскохозяйственные земли, такие как скалы, осыпи и другие неудобные земли к использованию. Почвы почти повсеместно подвержены эрозионным процессам.

За период 2014-2018 годы по отношению 2009-2013 годы прирост температуры по Хатлонской области составил 0,6 °С. наибольшие повышение температуры отмечено на территории районов Муминабад, Дангара и города Норак. В горных районах Хатлонской области тенденции идет к увеличению. За пять лет (2014-2018 годы по отношению 2009-2013 годы) тренд потепления в Хатлонской области составил зимой 0,7 °С а летом 1,1 °С (рисунок 1).

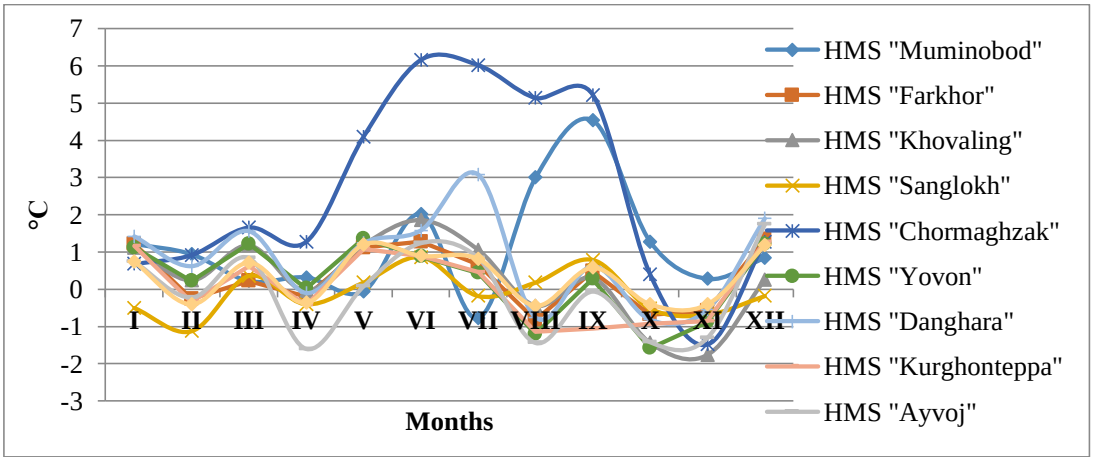


Рисунок 1. Изменения температуры воздуха Хатлонской области за период 2014-2018 по сравнению 2009-2013 гг.

Уже сегодня аграрный сектор Хатлонской области сталкивается с большими трудностями, таких как нехватке воды, низкой производительности, убытках от природных стихий. К сожалению, такая тенденция в аграрном секторе имеет к увеличению. Опустынивание земель является одной из актуальных проблем Хатлонской области, причины которой является длительный период засоления. Также высокие температуры воздуха весной и летом привели к опустыниванию земель. Вышеприведенные процессы становятся причиной увеличения потребность земель в ирригации. Традиционная (устаревшая) система ирригации в Хатлонской области является одним из наибольших вызовов для продовольственной безопасности [1].

Стихийные бедствия, произошедшие в Таджикистане за последние 10-15 лет, привели к гибели около 1200 человек, нанесли ущерб свыше 1 млрд. сомони [6].

Всего за май месяца 2019 года по данным КЧС республики пострадали следующие районы Хатлонского области: Пяндж, Фархор, Джоми, Хуросон и Вахш. При этом стихия унесла жизни четырех человек. Ущерб от схода селей на Хатлонскую область Таджикистана только за 16-18 мая оценили в 19 миллионов 540 тысяч сомони [7].

Стихийные гидрометеорологические явления нанесли значительный ущерб аграрному сектору Хатлонского области, и создали угрозу безопасности населения [2; 4].

Проанализировав основные типы опасных явлений погоды (высокая температура воздуха, туманы, пыльные бури, мгла, сильные ветра, сильные осадки) пришли к следующим выводам:

- последние двадцать лет характеризовались повышенными температурами;
- в 1997 году в районе Шахритус Хатлонской области отмечалось 50 дней с температурой +40 °С;
- в 1997, 2002 и 2012 годы также в районах Джайхун, Пандж, Шахритус, Джалолиддин Балхи, Носири Хусрав, Кубодиён отмечались температура воздуха выше 40 °С;
- произошедшие за 2016-2019 годы туманы, буря и мгла затрудняли работы транспорта, способствовали коррозии металлов (ворот, дверей) и эрозии земель;
- сильные осадки стали причиной резкого подъема воды в реках, наводнения, селевые поводки и лавины.

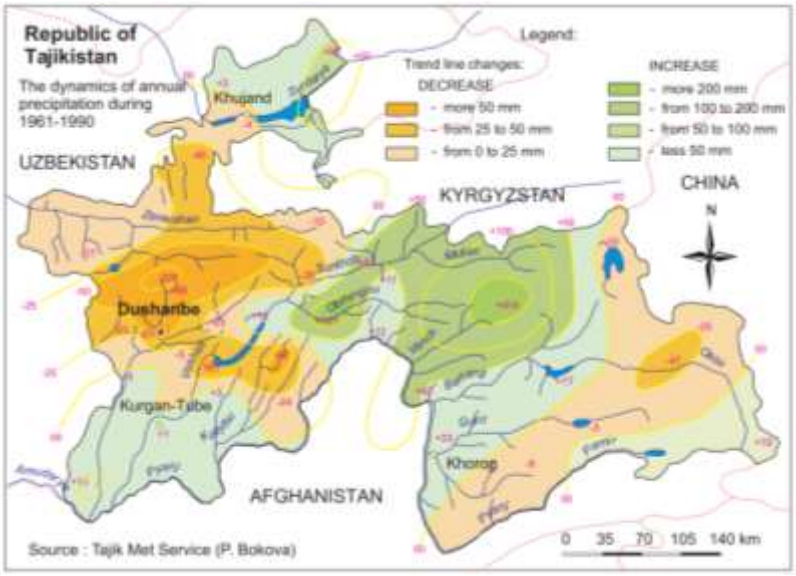


Рисунок 2. Динамика годовых осадков за период 1961-1990 годы

Например, летом (2 июня 2019 г.) проливные дожди спровоцировали сход селевых потоков с предгорных местностей района Хуросон Хатлонской области. В результате паводки были подтоплены 18 приусадебных участков, разрушено одно сооружение и частично уничтожен мостовой переход от села на трассу Бохтар - Душанбе.

Стрессовые факторы окружающей среды особенно сказываются на Хатлонской области, поскольку в данном регионе ограниченные ресурсы и возможности для адаптации.

В 1961-1990 годах в горах Центрального Таджикистана, а также в долинах юго-западного и северного Таджикистана, предгорьях Туркестанского хребта и высокогорных районах Восточного Памира, было замечено уменьшение количества годовых осадков на 1-20%. В предгорьях и горах Хатлонской области уменьшение осадков в среднем составляет 6-22% (рисунок 2).

Тем не менее, тенденция к уменьшению снежных запасов в зоне выше 2000 м над уровнем моря не везде одинакова. Увеличение запасов снега наблюдалось в горных районах Хатлонской области (Санглок, 2230 м над уровнем моря) и на леднике Федченко (4 169 м над уровнем моря). Следует отметить, что на Федченко и в Санглоке с 1960-х годов запасы снега сокращаются.

Одним из последствий сильных дождей являются сильные паводковые воды, которые часто наблюдаются в предгорьях и горных районах Таджикистана на высоте до 2000 м над уровнем моря. В высокогорных районах наводнения могут возникать в результате прорыва временных озер. Как правило, паводковые воды имеют кратковременный характер, но наносят огромный ущерб поселениям и народному хозяйству. За исследуемый период наибольшее количество катастрофических наводнений наблюдалось в 1969, 1970, 1985 и 1988 годах. Юго-восточные склоны Гиссарского хребта, северные склоны Туркестанского хребта и южные склоны Кураминского хребта - это районы с наибольшей паводковой активностью, особенно в бассейнах рек Яхсу, Варзоб, Вахш и Обихингоу. В целом, в течение 1961-1990 гг. наблюдалось

увеличение количества дней с катастрофическими наводнениями на 50-60%. В период с 1991 по 2000 годы в республике произошло несколько катастрофических наводнений в 1993 и 1998 годах, в результате которых были разрушены многие объекты (строящаяся плотина Рагунской ГЭС, дороги, дома в Хатлонской и Согдийской областях), и был причинен огромный ущерб народному хозяйству.

Прогнозируемые параметры изменения климата повысят интенсивность испарения с поверхности на 5-10%, тогда как суммарное испарение влаголюбивой растительности возрастет на 10-20%. Это приведет к увеличению норм полива:

- в Хатлонской области по хлопку - с 7550-11 700 куб. м / га до 9600-14 900 куб. м (27%) с использованием существующих технологий;
- по пшенице - от 1580 до 2530 куб. м / га до 1920–3100 куб. м / га (22%);
- по люцерне - с 4220 до 9 240 куб. м / га до 5820-12 750 куб. м / га (38%).

Согласно биоклиматическому индексу суровости метеорологических условий установлено, что максимальный уровень дискомфорта будет летом. В это время года дневной дискомфорт будет нарастать, особенно в Курган-Тюбинском районе Хатлонской области, и будет характеризоваться выраженным ухудшением состояния здоровья и снижением трудоспособности. Кроме того, высокие температуры вызывают высокую смертность среди населения в летний период.

В Душанбе имеется аналитическая лаборатория Службы аналитического контроля Комитета, а также аналитические лаборатории комитетов по охране окружающей среды Горно-Бадахшанской автономной области, Хатлонской и Согдийской областей. Районные подразделения Комитета должны направлять образцы в областные лаборатории для анализа.

Однако огромные потребности все еще остаются. Например, аналитические лаборатории Горно-Бадахшанской автономной и Хатлонской областей сталкиваются с трудностями при выполнении своих задач, прежде всего, из-за нехватки средств, персонала, оборудования, запасных частей и химических реагентов. Существует острая необходимость в создании аналитической лаборатории на севере Таджикистана для охвата отдаленных районов.

Адаптация к изменению климата предусматривает интенсификацию, перераспределение и концентрацию технологического потенциала сельского хозяйства, что позволяет компенсировать сокращение земельных ресурсов за счет увеличения конечного продукта, то есть за счет сокращения огромных потерь потенциальных сельскохозяйственных культур в период процесс их трансформации и движения к потребителям. Даже без учета изменения климата такой подход не только экономически оправдан, но и важен с экологической точки зрения.

В настоящее время, несмотря на серьезную подверженность некоторых земель эрозии, значительное снижение их естественного плодородия, они продолжают работать частично на основе устаревшей технологии ухудшения состояния почвы. Особенно опасно использование таких обрабатываемых земель, так как это приводит к ухудшению горизонта плодородной почвы гумуса, его вымыванию и угару. Уже существует риск преодоления «экологического порога» снижения рождаемости, который начинает вызывать деградацию многих ценных земель и потерю всего их плодородия. Эта проблема особенно актуальна для регионов, где существует вероятность увеличения засушливости, таких как Хуросонский и Яванский районы.

Текущая ситуация. В настоящее время около 4,24 млн. человек или 53% населения страны имеют доступ к питьевой воде, в том числе 93% населения в городах и поселках и около 49% сельского населения. Только 52 из 62 городов, районных центров и поселков имеют централизованные системы водоснабжения, а 28 из них имеют канализационную систему. В целом, 44% городского населения и 5% сельского населения имеют доступ к безопасным санитарным условиям. Около 20% населения в сельской местности охвачено централизованными системами питьевого водоснабжения. В оставшейся части используется вода из разных источников (родники, колодцы с ручной откачкой, оросительные каналы, дождевая вода и т.д.). Общая мощность систем питьевого водоснабжения составляет 1834,59 тыс. $м^3$/сут, в том числе в Хатлонской области - 373,52 тыс. $м^3$/сут, Согдийская область - 409,82 тыс. $м^3$ / сутки, районы республиканского подчинения - 176,07 тыс. м3 / сут, ГБАО - 76,07 тыс. $м^3$/сут. и Душанбе 867 тыс. $м^3$/сут.

В настоящее время зарегистрировано более 50000 зарегистрированных оползневых территорий, 1200 из которых представляют угрозу для населенных пунктов, дорог, ирригационных сооружений и другой инфраструктуры. В общей сложности 142 населенных пункта в 18 районах Таджикистана (4 района Согдийской области, 11 в Хатлонской области и 3 в ДРД) находятся в зонах непрерывного затопления, а 490 населенных пунктов подвергаются регулярному затоплению в течение периода полива [3].

Обломки наводнения являются одним из последствий проливных дождей. Они часто встречаются в предгорьях и горных районах Таджикистана на высоте более 2000 метров. В

высокогорных районах наводнения могут происходить из-за прорыва ледниковых озер. Как правило, грязевые наводнения имеют кратковременный характер, но наносят большой ущерб поселениям и экономике. Наибольшее количество разрушительных наводнений наблюдалось в 1969, 1970, 1985 и 1988 годах. В течение 1961-1990 годов наблюдалось увеличение количества дней с разрушительными селями на 50-60%. Сильные наводнения произошли в 1993, 1998 и 2002 годах, разрушив многие инфраструктуры (включая Рогунскую плотину, дороги и жилые дома в Хатлонской и Согдийской областях) и нанеся огромный экономический ущерб.

Наибольшее количество жертв вызвано естественными селями из-за прорыва временных озер или интенсивными осадками, например, в селе Навди, Раштский район (1998 год), Джиргатолский район (1999 год), село Даштак, Рошткальский район (2002 год), селах Вашан и Ревад, Айнинский район (2002 г.), Аштский район (с. Ошоба, 2007 г.), Хуросонский район (джамоат Айни, 2009 г.), Кулябский, Шурабадский и Муминабадский районы Хатлонской области (2010 г., 2012 г.).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сельское хозяйство в Республики Таджикистан // Статистический сборник. – Душанбе, 2016. – С. 58-59.
2. Второе Национальное Сообщение Республики Таджикистан по Рамочной Конвенции ООН об Изменении Климата // Правительство Республики Таджикистан. – Душанбе, 2015. – С. 21.
3. Адаптация к изменению климата в странах Европы и Центральной Азии // Документ Всемирного Банка. - 2009 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://qo.worldbank.org/7OOClE7AU0
4. Влияние изменения климата на сельское хозяйство и продовольственную безопасность в Республике Таджикистан // Электронная библиотека. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.tajfan.com. – 2016.
5. Список стран по индексу человеческого развития // [Электронный ресурс] / Википедия. Режим доступа: ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_индексу_человеческого_развития
6. Третье национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата // Правительство РТ, ГУ «Гидрометерологии». – Душанбе, 2014. – 167 с.
7. Комитета по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне при Правительстве Республики Таджикистан // www.khf.tj

ТАВСИФИ ИҚЛИМИИ ВИЛОЯТИ ХАТЛОН

Дар мақола қайд шудааст, ки вилояти Хатлон яке аз минтақаҳои калонатрини аграрии мамлакат ба ҳисоб рафта, аксар вақт бо мушкилоти иқлими дучор мегардад. Дар баробари ин, проблемаҳои ба хоҷагии қишлоқ вобастабуда, рӯз аз рӯз васеъ гардида, ҳасосияти он нисбат ба тағйироти иқлим кам намешавад.

Муаллифон қайд мекунанд, ки ҳодисаҳои офатовари дар 10-15 соли охири дар ҷумҳурӣ бавуқӯъпайваста боиси талафоти ҷонӣ гардда, ба иқтисодиёти мамлакат беш аз 1 млрд. сомонӣ зарар расониданд. Аз ин рӯ, барои пешгирӣ намудани офатҳои табиӣ ва ҳалли масъалаи бо оби ошомидании хушсифат таъмин намудани аҳолии вилоят бояд ҳарчи зудтар тадбирҳои таъхирнопазир андешдида шаванд.

КАЛИДВОЖАҲО: хоҷагии қишлоқ, вилояти Хатлон, минтақаи аграрӣ, офатҳои табиӣ, оби ошомиданӣ, ҳарорат, обхезӣ, хушксолӣ, норасоии об.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Қодиров Анвар Саидқулович, номзади илмҳои техникӣ, директори Маркази рушди инноватсионии илм ва технологияҳои нави АМИТ. Тел.: (+992) 93-830-19-83; e-mail: dr.kodirov@mail.ru

Ализода Умедаи Аҳмадҷон, унвонҷӯи Маркази рушди инноватсионии илм ва технологияҳои нави АМИТ. Тел.: (+992) 917-28-05-05; e-mail: umeda85 hhdt@mail.ru

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХАТЛОНСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье отмечается, что Хатлонская область считается наиболее крупным аграрным регионом страны, который зачастую подвергается климатическим затруднениям. Наряду с этим расширяются проблемы, связанные с сельским хозяйством, ежедневно увеличивается его чувствительность по отношению к климатическим изменениям.

Авторы отмечают, что стихийные бедствия за 10-15 последних лет, возникшие в республике, привлекли за собой человеческие жертвы и нанесли ущерб экономике страны более чем на 1 млн. сомони. Отсюда следует, что для предотвращения стихийных бедствий и решение проблемы обеспечения населения области качественной питьевой водой необходимо принять неотложные меры.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сельское хозяйство, Хатлонская область, аграрный регион, стихийные бедствия, питьевая вода, температура, наводнение, засуха, нехватка воды.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Кодиров Анвар Саидкулович, кандидат технических наук, директор Центра инновационного развития науки и новых технологий НАНТ. Тел.: (+992) 93-830-19-83; e-mail: dr.kodirov@mail.ru

Ализода Умедаи Ахмаджон, соискатель Центра инновационного развития науки и новых технологий НАНТ. Тел.: (+992) 917-28-05-05; e-mail: umeda85 hhdt@mail.ru

CLIMATIC CHARACTERISTICS OF KHATLON REGION

The article notes that the Khatlon region is considered the largest agricultural region of the country, which is often subject to climatic difficulties. Along with this, the problems associated with agriculture are expanding, and its sensitivity to climate change is increasing daily.

The authors note that natural disasters that have arisen in the republic over the past 10-15 years have resulted in human casualties and caused damage to the country's economy over 1 million Somoni. Hence, in order to prevent natural disasters and solve the problem of providing the population of the region with high-quality drinking water, it is necessary to take urgent measures.

KEY WORDS: agriculture, Khatlon region, agrarian region, natural disasters, drinking water, temperature, flood, drought, water scarcity.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Qodirov Anvar Saiqulovich, candidate of technical sciences, Director of the Center for innovative development of science and new technologies of the National Academy of Science and Technology. Phone: (+992) 93-830-19-83; e-mail: dr.kodirov@mail.ru

Alizoda Umedai Ahmadjon, co-worker of the Center for innovative development of science and new technologies of the National Academy of Science and Technology. Phone: (+992) 917-28-05-05; e-mail: umeda85 hhdt@mail.ru

ТДУ677.21.

НАВЪҲОИ НАМУДИ ПАХТАИ *G. BARBADENZE* L., НИСБАТ БА УСТУВОРИИ ПАЖМУРДАШАВИИ ФУЗАРИОЗӢ

Рустамов Ш.Р., Сангинов А.С.
Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав
Султонова М.Ҳ.
Институти боғдории Академияи илмҳои кишоварзии Тоҷикистон

Солҳои охир навъҳои пахтаи дар водии Вахш ноҳиябанди кардашуда аз пажмурдашавии фузариоз осеб мебинанд, ки ҳосилнокии зироатҳоро хеле паст мекунад. Аз ин рӯ, зарурате пеш омадааст, ки дар байни намудҳои гуногуни пахтаи маҳиннахи олам манбаъҳое чустучӯ карда шаванд, ки дар худ нисбат ба ин касалиҳои хавфнок маҷмӯи генҳои баланди устувориро доро бошанд [1, с. 43-44].

Истифодаи донорҳои устувор дар селексияи амалӣ имкон медиҳад, ки навъҳои устувори парваришшаванда зиёд карда шаванд ва онҳо метавонанд захираи воқеии баланд бардоштани ҳосилнокии ин зироати муҳимми стратегии кишвар бошанд.

Омӯзиши намунаҳои коллексияи пахта дар заминаи сироятӣ имкон дод, ки гуногунрангии зиёди онҳо аз рӯйи осеббинӣ ва хосияти зоҳиршавӣ, аз амалан масунӣ то ҳассосии зиёд, дар мавриди дараҷаҳои гуногуни ҳассоснокӣ ва шаклҳои гуногунии захирашавии касалиҳо, муқаррар карда шавад [2, с. 21-24].

Афзоиш ва зиёд гардидани касалиҳо бо сабаби заиф шудани растаниҳо рӯйдоди зуд-зуд ба амал меомада мебошад, ки он сабаби муқаррарии сахт осеб дидани растаниҳо аз касалиҳо ба шумор меравад.

Растаниҳои бештар боқувват то дараҷае ба осонӣ метавонанд ба муқобили касалӣ муқобилият нишон диҳанд, растаниҳои заиф бошанд, муқобилият нишон дода натавониста, ба касалӣ гирифтор мешаванд.

Ба растаниҳои заиф шароитҳои гуногуни мемориалии рушди онҳо, аз қабили шароитҳои хокӣ, ҳароратӣ, реҷаи обӣ ва ғайра таъсир мерасонанд. Дар мавриди пахта бошад, аҳамияти махсусро пастшавии ҳосилхезии хок дар бар мегирад. Аз ҷумла афзоиши пурзӯри касалии пажмурдашавӣ бо камшавии миқдори умумии моддаҳои ғизоии хоки ноҳияҳои пахтакор низ алоқамандии зич дорад. Пажмурдашавии пахта касалии гибридӣ ба ҳисоб меравад, ки онро замбурӯғӣ *F.vasinfectum Atk* ба амал меорад.

Дар шароитҳои мо касалии пажмурдашавии дар заминҳои пахтазор одатан аз миёнаҳои моҳи июн мушоҳида мегардад. Зоҳиршавии нисбатан зиёди касалӣ ба нимаи дуюми давраи нашъунамо, аз охири август то октябр рост меояд.

Дар ҷараёни баҳо додани маводи васеи коллексионӣ зоҳиршавии комплексии устуворнокӣ нисбат ба фузариоз мушоҳида карда шуд. Ҷустучӯи донорҳо, ки дар худ устуворнокиро нисбат ба чунин патогенҳои хавфнок якҷоя дар баргиранд, дар мавридӣ баҳо додани намунаҳо дар заминаи (фони) сироятӣ гузаронида шуд. Сипас, навъ ва шаклҳои ҷудокардашуда дар гурӯҳҳои алоҳида омӯхта шуданд.

Дар қитъаҳои коллексионӣ маводи бешумори буттаҳои типашон гуногуни шохаронӣ вуҷуд дорад. Ин намунаҳои навъӣ аз рӯйи дарозӣ ва дигар нишондодҳои сифатии нах бо гуногуншаклии зиёд фарқ мекунанд, ки имкон медиҳанд дар солҳои наздик ҳамчун маводи ибтидоӣ барои корҳои оянда ҷудо карда шуда, истифода бурда шаванд.

Коллексияи ҷаҳонии пахта яке аз сарчашмаҳои асосии таъмин намудани тачрибагузаронии тадқиқоти стансияҳо бо намунаҳои навъӣ ба шумор меравад, ки аз тамоми мамлакатҳои олам ҷамъоварӣ карда шудааст.

Омӯзиши коллексияи намунаҳои пахта дар заминаи (фони) пажмурдашавии фузариозии сироятӣ имкон дод, ки гуногунии зиёди онҳо аз рӯйи дараҷаи осеббинӣ ва хосияти зоҳирёбӣ аз масунӣ (иммунӣ) то мутаассиршавии зиёд, дар мавриди дараҷаи гуногуни ҳассосият то шаклҳои гуногуни зоҳиршавии касалӣ, муқаррар карда шавад.

Аз ин рӯ, замини сироятии бо чунин тарз ба вуҷуд оварда барои муайян намудан ва интихоби растаниҳои пахтае, ки ҳақиқатан ба пажмурдашавии фузариозӣ устувор бошанд, муносиб нест.

Норасоиҳои дар боло зикрёфтаи методикаи А.Н. Соловьеваро [3, с. 151-158] ба назар гирифта, дар озмоишгоҳи фитопатологияи филиали Институти зироаткорӣ дар вилояти Хатлон гузаронида шуд.

Ба ғайр аз ин, аз ҷониби мо то ворид кардани ҷави сулии сироякарда шуда дар чуқурии 6-7 см дар қаторҳои ояндаи пахта санҷида шуд. Чунин тарзи сироякунӣ дар назди решаҳои пахта манбаи мабдаи сироятиро ба вуҷуд меорад ва пахш кардани замбурӯғи *Fusarium vasinfectum AtA*-барангезандаи пажмурдашавии фузариозӣ бошад, таврe ки дар мавриди саросар пошидани маводи иллатзо дида мешавад, амалан номумкин аст.

Дуруст пошидани ҷави сулии сироятёфта миқдори осеббинии растаниҳоро бо пажмурдашавии фузариозӣ то ба 82,3% зиёд мекунад.

Солҳои охир навъҳои пахтаи дар водии Вахш ноҳиябандикардашуда аз пажмурдашавии фузариоз осеб мебинанд, ки ҳосилнокии зироатҳоро хеле паст мекунад. Аз ин рӯ, зарурате пеш омадааст, ки дар байни намудҳои гуногуни пахтаи маҳиннахи олам манбаъҳое ҷустуҷӯ карда шаванд, ки дар худ нисбат ба ин касалиҳои хавфнок маҷмӯи генҳои баланди устувориро доро бошанд [4, с. 12-14].

Истифодаи донорҳои устувор дар селексияи амалӣ имкон медиҳад, ки навъҳои устувори парваришшаванда зиёд карда шаванд ва онҳо метавонанд захираи воқеии баланд бардоштани ҳосилнокии ин зироати муҳиймии стратегии кишвар бошанд. Омӯзиши намунаҳои коллексияи пахта дар заминаи сироятӣ имкон дод, ки гуногунрангии зиёди онҳо аз рӯйи осеббинӣ ва хосияти зоҳиршавӣ, аз амалан масунӣ то ҳассосии зиёд, дар мавриди дараҷаҳои гуногуни ҳассоснокӣ ва шаклҳои гуногунии захирашавии касалиҳо, муқаррар карда шавад. Афзоиш ва зиёд гардидани касалиҳо бо сабаби заиф шудани растаниҳо рӯйдоди зуд-зуд ба амал омада мебошад, ки он сабаби муқаррарии сахт осеб дидани растаниҳо аз касалиҳо ба шумор меравад.

Растаниҳои бештар боқувват то дараҷае ба осонӣ метавонанд ба муқобили касалӣ муқобилият нишон диҳанд, растаниҳои заиф бошанд, муқобилият нишон дода натавониста, ба касалӣ гирифтор мешаванд. Ба растаниҳои заиф шароитҳои гуногуни хокӣ, ҳароратӣ, реҷаи обӣ ва ғайра таъсир мерасонанд.

Пажмурдашавии пахта касалии гибридӣ ба ҳисоб меравад, ки онро замбурӯғӣ *Fusarium vasinfectum Atk* ба амал меорад. Дар шароитҳои мо касалии пажмурдашавӣ дар заминҳои пахтазори одатан аз миёнаҳои моҳи июн мушоҳида мегардад. Зоҳиршавии нисбатан зиёди касалӣ ба нимаи дуюми давраи нашъунамо, аз охири август то октябр рост меояд.

Дар ҷараёни баҳо додани маводи васеи коллексионӣ зоҳиршавии комплексии устуворнокӣ нисбат ба фузариоз мушоҳида карда шуд. Ҷустуҷӯи донорҳо, ки дар худ устуворнокиро нисбат ба чунин патогенҳои хавфнок якҷоя дар бар гиранд, дар мавриди баҳо додани намунаҳо дар заминаи (фони) сироятӣ гузаронида шуд. Сипас, навъ ва шаклҳои ҷудокардашуда дар гурӯҳҳои алоҳида омӯхта шуданд.

Солҳои охир яке аз вазифаҳои асосии корҳои илмию таҳқиқотӣ бо маводи коллексионӣ аз ҷустуҷӯи шакл ва намунаҳои устуворнокиашон баланд нисбат ба касалиҳои фузариоз ва пӯсиши сиёҳи решагӣ ба ҳисоб меравад.

Барои рушди соҳаи пахтапарварӣ вазифаи омӯзиши чуқури агробиологӣ ва баҳо додан ба коллексияи намунаҳои навъии пахта дар шароити иқлими ҷануби Тоҷикистон пеш гузошта шуда буд.

Таҳқиқот дар филиали Институти зироаткорӣ дар вилояти Хатлон гузаронида шуд. Дар натиҷаи баҳо додан ба қитъаи сироятёфтаи пажмурдашавии дар намунаи навъҳои коллексияи пахтаи намуди G. Barbodenze L. намунаи навъҳои ба пажмурдашавии фузариоз устувор ҷудо карда шуданд (ҷадвали 1).

Ҷадвали 1

Намунаи навъҳои ҷудо кардашудаи пахтаи намуди G. barbadenze L., аз рӯйи маҷмӯи устуворнокӣ нисбат ба пажмурдашавии фузариоз (солҳои 2017-2019)

№р\т	Намунаи навъҳо аз рӯйи феҳристи интродуксияҳо	Номи намудҳои навъӣ	Ҷумҳурӣ, мамлакат	Аз пажмурдашавии фузариозӣ осебнадида, %
	1	2	3	4
1	St. 9326-В	Намуна	Тоҷикистон	2.3 %
2	St. 8763-И	Намуна	Туркманистон	68.2 %
3	6292	7072-В	Тоҷикистон	0.0 %
4	6279	7318-В	Тоҷикистон	0.0 %
5	6282	7073-В	Тоҷикистон	0.0 %
6	6304	6808-В	Тоҷикистон	0.0 %
7	5233	6465-В	Тоҷикистон	0.0 %
8	5235	6249-В	Тоҷикистон	0.0 %
Аз навъи пахтаи намуди *G. barbadenze* L, 8-тоаш ҷудо кардашуда аз рӯйи маҷмӯи устуворнокӣ нисбат ба пажмурдашавии фузариоз				

АДАБИЁТ:

1. Сангинов, Б.С. Значение инфекционного фона в создании устойчивых к болезням сортов советского тонковолокнистого хлопчатника / Б.С. Сангинов, М.Я. Менликиев // В кн. Хлопководство и применение минеральных удобрений в СССР. – Душанбе, 1968.
2. Сангинов, А.С. Селекция хлопчатника *G. barbadenze* L., на вилтоустойчивость сортов к фузариозному увяданию / А.С. Сангинов // Сборник научных трудов, том 8. – Душанбе, 2014.
3. Соловьева, А.Н. Методика создания провокационного фона / А.Н. Соловьева // В кн. «Сборник научных работ. Вредители и болезни хлопчатника и других культур и борьба с ними. – Союз НИХИ, 1951.
4. Соловьева, А.И. Методика создания провокационных фонов / А.И. Соловьёва // В кн. «Болезни хлопчатника». – Ташкент: СТАЗР, Союз НИХИ, 1938.

НАВЪҲОИ НАМУДИ ПАХТАИ *G. BARBADENZE* L., НИСБАТ БА УСТУВОРИИ ПАЖМУРДАШАВИИ ФУЗАРИОЗӢ

Дар мақола таъкид мегардад, ки афзоиш ва зиёд гардидани касалиҳо бо сабаби заиф шудани растаниҳо рӯйдоди зуд-зуд ба амал омада мебошад, ки он сабаби муқаррарии сахт осеб дидани растаниҳо аз касалиҳо ба шумор меравад.

Растаниҳои бештар бо қувват то дараҷае ба осонӣ метавонанд ба муқобили касалӣ муқобилият нишон диҳанд, растаниҳои заиф бошанд, муқобилият нишон дода натавониста, ба касалӣ гирифтор мешаванд. Ба растаниҳои заиф шароитҳои гуногуни рушди онҳо, аз қабили шароитҳои хокӣ, ҳароратӣ, речаи обӣ ва ғайра таъсир мерасонанд.

Дар ҷараёни баҳо додани маводи васеи коллексионӣ зоҳиршавии комплексии устуворнокӣ нисбат ба фузариоз мушоҳида карда шуд.

КАЛИДВОЖАҲО: пахта, пажмурдашавӣ, устуворнокӣ, растанӣ, касалӣ, барангезанда, ҷудокарда, намунаҳо, омӯзиш, масунӣ, коллексияи ҷаҳонӣ.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Рустамов Шуҳрат, омӯзгори кафедраи биологияи умумии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав.

Сангинов Абдуҷалил Сангинович, номзади илмҳои кишоварзӣ, дотсенти кафедраи биологияи умумии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав.

Султонова М.Ҳ., доктори илмҳои кишоварзӣ, корманди Институти боғпарварию сабзавоткории Академияи илмҳои кишоварзии Тоҷикистон.

СОРТООБРАЗЦОВ ХЛОПЧАТНИКА ВИДА *G. BARBADENZE* L., НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ФУЗАРИОЗНОМУ УВЯДАНИЮ

В статье подчеркивается, что рост и развитие болезни в связи с ослаблением растений весьма частое явление, которое является обычной причиной сильных поражений растений хлопчатника болезнями. Более сильные иммунные растения довольно легко противостоят заболеваниям, а слабые, не способны противостоять им, погибают в любой фазе развития.

На ослабление растений оказывают влияние различные экологические условия для их роста, например, как почвенные, температурные условия, водный режим, питание, влияние возбудителей болезней и вредителей и многое другое.

Оценка обширного изучения мирового коллекционного материала наблюдается при проявлении комплексной устойчивости хлопчатника к фузариозному увяданию.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: увяданию, хлопчатника, устойчивость**,** растений, заболеваний, инфекционном, выделено, образцов, изучение, иммунитет, мировая, коллекция.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Рустамов Шухрат, преподаватель кафедры общей биологии Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава.

Сангинов Абдуджалил Сангинович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общей биологии Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава.

Султонова М.Х., доктор сельскохозяйственных наук, сотрудник Института садоводства и овощеводства Академия сельскохозяйственных наук Таджикистана.

OF FINE-FIBER COTTON FOR RESISTANCE TO FUSARIUM WILT.

Disease growth and development due to weakening of plants very frequent occurrence which is a common cause of severe disease damage to cotton plants. Stronger immune plants can fight disease quite easy but the weak are unable to resist them, die at any stage of development. The weakening of plants is influenced by various environmental conditions for their growth, for example as soil, temperature conditions, water regime, food, influence of disease and pest carriers and much more. An assessment of the extensive study of world collection material is observed with the complex resistance of cotton to fusarium wilt is manifested.

KEY WORDS: assessment, wilting, cotton, resistance, plants, disease, infectious, selected, samples, study, immune, world, collection.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Rustamov Shukhrat, lecturer at the department of general biology of the Bokhtar state university named after Nosiri Khusrav.

Sanginov Abdujalil Sanginovich, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of general biology of the Bokhtar state university named after Nosiri Khusrav.

Sultonova M.H., doctor of agricultural sciences, employee of the Institute of horticulture and vegetable growing of the Academy of agricultural sciences of Tajikistan.

УДК 577.1:616.34-008.314.4-053.2:636.2

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИМОАРГА И ТИМОЦИНА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВАКЦИНОПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ИНФЕКЦИОННОГО РИНОТРАХЕИТА ТЕЛЯТ

Раджабов Ф.Ф.
«Научно-исследовательский фармацевтический центр» Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан

Согласно данным [1] в списке инфекционных болезней человека и животных вирусы типа Herpesvirida стоят в первых рядах наряду с вирусами гриппа и ОРВИ. В инфекционной патологии КРС ведущая роль принадлежит ряду альфагерпесвирусов [2]. К их числу относятся: герпесвирус КРС 1-го типа - возбудитель ИРТ.

Вирус инфекционного ринотрахеита крупного рогатого скота (герпесвирус крупного рогатого скота 1-го типа) является одним из наиболее значимых патогенов данного вида животных, вызывая широкий спектр клинических проявлений, таких как патологии верхних дыхательных путей, конъюнктивиты, системная инфекция у молодняка, а также поражение репродуктивного тракта и аборты у стельных животных [3].

Заболеваемость при этом заболевании составляет 30-100%, летальность достигает 15% [4].

Основной мерой профилактики является иммунизация сухой вирус-вакциной, что в условиях повышенной угрозы заражения герпесвирусом типа - I, позволяет защитить животных от ИРТ и снизить интенсивность распространения возбудителя [4]. Больных животных изолируют и лечат гипериммунной сывороткой, неспецифическим глобулином или сывороткой реконвалесцентов.

Это заболевание является причиной значительных экономических потерь вследствие снижения мясной и молочной продуктивности, а также снижения показателей воспроизводства [3].

Именно поэтому одной из актуальных задач ветеринарии является поиск новых иммуностимулирующих препаратов и введение их в состав вакцинных и лечебных препаратов, что помогает раскрывать новые пути к надежной профилактике и лечению многих заболеваний.

Материалы и методы

Профилактика ИРТ. Использовали коммерческую вакцину – инактивированную комбинированную против инфекционного ринотрахеита, парагриппа-3, респираторно-синцитиальной болезни, вирусной диареи и пастереллеза крупного рогатого скота (КОМБОВАК-Р).

Для установления напряженности иммунитета у телят после применения коммерческой вакцины были отобраны по принципу аналогов 20 телят 30-ти дневного возраста. Животных первой группы не вакцинировали. Животным второй группы вакцину вводили внутримышечно в дозе 2 $см^3$/гол, животным третьей группы дополнительно с вакциной вводили тимоцин, четвертой – тимоарг. Ревакцинировали через 20 дней согласно инструкции по её применению. Кровь для серологических исследований брали на 20, 60, 120 и 180 день после вакцинации. Титр антител определяли в реакции нейтрализации (РН) на перевиваемой линии культуры клеток MDBK с использованием вакцинного штамма «ТК-А (ВИЭВ)-В2» герпесвируса-I крупного рогатого скота.

Лечение ИРТ. Готовили водные растворы дипептида изолейцил-триптофан с концентрацией дипептида 200 мкг/мл и нитрата серебра с концентрацией иона серебра 116,6 мкг/мл. Раствор координационных соединений получали смешиванием равных объемов растворов дипептида и нитрата серебра при 70°С получением координационных соединений с общей концентрацией действующего вещества 158,3 мкг/мл.

Биохимические показатели определяли на анализаторе Dirui-7000D (Китай) и соответствующих диагностических наборов производства ЗАО «Эколаб» и ОАО «Витал Девелопмент Корпорейшн» (Россия).

У животных до и после лечения проводили клинический и биохимический анализы крови.

Для эксперимента было сформировано 2 группы животных: группа «А» - животные, заболевшие герпесвирусом КРС 1-го типа (16 голов); группа «В» - животные, заболевшие герпесвирусом КРС 5-го типа (16 голов). Каждая группа была разделена на 2 подгруппы.

Дополнительно к стандартному лечению животным одной подгруппы каждой группы вводили координационные соединения дипептида изолейцил-триптофан и серебра в дозе 1 мл на 100 кг живого веса, другой – тимоцин в той же дозе один раз в день в течение 10 дней.

Анализ крови проводили до лечения и через 21 и 35 дней после лечения.

Результаты и обсуждение. Результаты определения напряженности иммунитета у телят после вакцинации приведены в таблице 1.

Таблица 1

Напряженность иммунитета у телят при применении коммерческой вакцины (M±m), n=20

Группа животных	*Срок исследования*			
	20 день	*60 дней*	*120 дней*	*180 дней*
	Титр антител в РН на ИРТ, (log2)			
1 группа	*0,2±0,01*	*0,2±0,015*	*0,2±0,02*	*0,2±0,015*
2 группа	*2,80±0,21*	*5,20±0,27*	*4,10±0,24*	*2,90±0,24*
3 группа	*5,00±0,43*	*9,40±0,52*	*7,40±0,49*	*5,20±0,38*
4 группа	*4,90±0,38*	*9,10±0,53*	*7,20±0,51*	*5,10±0,41*

Как видно из таблицы 1, до вакцинации антител против инфекционного ринотрахеита в крови животных почти не было. Через 20 дней после первичной вакцинации титр антител во второй группе составил 2,80±0,21 log_2, в третьей – в 1,8 раза выше, в четвертой – в 1,75 раза выше, чем во второй. Через 60 дней после первичной вакцинации и через 40 дней после вторичной, титр антител увеличился во второй группе в 1,86 раза по сравнению с таковым через 20 дней после первичной вакцинации, в третьей – в 1,88, в четвертой – в 1,86 раза.

Затем отмечалось снижение титра антител по сравнению с титром антител через 60 дней: во второй группе – в 1,27 раза, в третьей группе – в 1,27 раза, в четвертой – в 1,26 раза.

Через 180 дней после первичной вакцинации титр антител незначительно (3,5-4,1%) превышал таковой через 20 дней.

Таким образом, применение тимоцина и тимоарга при вакцинации телят против инфекционного ринотрахеита способствовало увеличению титра антител в 1,8 и 1,75 раза. Иммуностимулирующая активность препаратов была почти одинаковой.

Еще одним аспектом борьбы с ИРТ является разработка эффективных схем лечения.

После заражения организма в течение инкубационного периода вирус никак себя не проявляет, но по мере размножения в том или ином органе приводит к быстрому лавинообразному увеличению поврежденных клеток и появлению характерных симптомов болезни. После выработки организмом иммунитета большая часть вирусных частиц в организме уничтожается, но генетическая информация вируса сохраняется в тех клетках, которые сама иммунная система не может разрушить. В частности, это нервные клетки (обычно находящиеся в спинном мозге) и клетки самой иммунной системы. В них вирусные частицы производятся постоянно, но при выходе в кровь сразу же связываются антителами и уничтожаются [5]. В таком динамическом равновесии болезнь никак не проявляет себя до тех пор, пока иммунитет не ослабнет из-за каких-либо причин и не перестанет контролировать постоянное производство новых вирусных частиц. В этой ситуации происходит рецидив болезни. Как правило, при рецидиве симптомы выражены слабее, чем при первичном инфицировании.

Иногда герпесвирусы находятся в организме животных и птиц с присутствием других возбудителей, что дает определенные осложнения болезни [2; 6].

В связи с этим разработка новых эффективных препаратов и создание комплекса лечебных мероприятий становятся актуальными и для медицины, и для ветеринарии.

Известно, что при образовании координационных соединений лекарственных препаратов с железом, цинком и платиной происходит увеличение специфико-биологической активности препарата и появление новых биологических свойств, зависящих от природы. Для расширения спектра биологической активности и получения соединений с большей биологической активностью были получены координационные соединения иммуноактивных триптофансодержащих дипептидов с ионами Zn^{2+} и Fe^{2+} [7-8]. Выбор этих металлов придаёт огромное значение для живого организма, в частности, поддерживающих пространственную конфигурацию биополимеров.

Целью данного исследования является изучение эффективности применения тимоцина и тимоарга при лечении инфекционного ринотрахеита крупного рогатого скота.

Результаты сравнительной оценки влияния тимоарга и тимоцина на показатели крови приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Влияние на сравнительный показатель титр герпесвирусов первой группы «А» и второй группы «В»

Название лекарственных средств		*Группа «А»*			*Группа «В»*		
		до лечения и обследования	*через 21 день*	*через 35 дней*	*до лечения и обследования*	*через 21 день*	*через 35 дней*
Изолейцил-триптофан и серебро	*самки*	*Титр-1:615*	*Т-1:200*	*Т-1:000*	*Титр-1:415*	*Т-1:100*	*Т-0:050*
	самцы	*Титр-1:415*	*Т-1:327*	*Т-1:005*	*Титр-1:320*	*Т-1:150*	*Т-0:050*
Тимоцин	*самки*	*Титр-1:340*	*Т-1:255*	*Т-1:150*	*Титр-1:400*	*Т-1:200*	*Т-1:150*
	самцы	*Титр-1:425*	*Т-1:266*	*Т-1:200*	*Титр-1:450*	*Т-1:300*	*т-1:200*

Как видно из таблицы 2, до лечения титр антител в группе «А» был выше, чем в группе «В». Титры антител после лечения в обеих группах снижались более сильно в тех подгруппах, где применяли комплекс дипептида изолейцил-триптофан и серебра: через 35 дней после лечения они снизились до уровня 1:000-1: 50.

Данные клинических исследований показывают, что лейкоциты у двух обследованных групп до и после введения препарата почти не отличаются, но незначительно занижено от нормы

у первой (7,4±0,37) у второй (7,2±0,27) групп, которым введено координационное соединение и тимоцин, соответственно. Эритроциты у первой группы до введения 6,2±1,8, после введения 6,0±2,1, у второй 5,1±1,7 до введения и 5,0±0,09 после введения. Как видно, по данным клинического и биохимического анализов крови животных лейкоциты и эритроциты очень близки к нормам. Общий белок у первой и второй групп чуть занижен от нормы (у первой 7,1±0,3 до введения 6,8±0,27 после введения, у второй 7±0,2 до 6,9±0,18 после введения).

Данные биохимических анализов (таблица 3) показали, что лучшая степень нормализации показателей крови отмечалась в тех подгруппах, в которых применяли комплекс дипептида изолейцил-триптофан и серебра. Вероятно, это связано с тем, что кроме иммуностимулирующего действия за счет дипептида, этот препарат оказывает также противовирусное действие за счет серебра.

Таблица 3

Сравнительные биохимические показатели крови при применении изолейцил-триптофана и серебра и тимоцина

Название лекарственного препарата	*Изменение параметра при применении препарата*		
	Тимоцин	*тимоарг*	*норма*
	абсолютные	*абсолютные*	
Обший белок, г/л	*65*	*67*	*65-85г/л*
Холестерин, ммоль/л	*4,6*	*5,9*	*3,3-6,6мм/л*
Сахар, ммоль/л	*5,0*	*6,0*	*4,2-6,4мм/л*
Амилаза, е/л	*12,0*	*13,0*	*12-32е/л*
Мочевина, ммоль/л	*5,5*	*6,9*	*5,3-8,3мм/л*
Креатинин, ммоль/л	*50,7*	*75,2*	*57-97мм/л*
Билирубин общий, мкмоль/л	*12,0*	*14,5*	*8,0-20мкм/л*
Билирубин связанный, мкм/л	*5,8*	*6,0*	*2-5мкм/л*
Билирубин свободный, мкм/л	*6,2*	*8,5*	*1-17мкм/л*
АЛАТ, е/л	*0,65*	*0,70*	*0,15-0,68е/л*
АСАТ, е/л	*0,30*	*0,40*	*0,15-0,45е/л*

Применение препаратов на основе координационных соединений дипептида изолейцин-триптофан с ионами серебра и цинка нормализует биохимические показатели при ИРТ, что свидетельствуют о наличии протекторных свойств, а также из полученных результатов можно сделать вывод, что при применении изолейцил-триптофан и серебро, по сравнению с тимоцином, более эффективно при лечении ИРТ.

Выводы. Применение тимоцина и тимоарга при вакцинации телят против инфекционного ринотрахеита способствовало увеличению титра антител в 1,8 и 1,75 раза. Иммуностимулирующая активность препаратов была почти одинаковой.

Применение препаратов на основе координационных соединений дипептида изолейцин-триптофан с ионами серебра и цинка нормализует биохимические показатели при ИРТ, что свидетельствуют о наличии протекторных свойств, а также из полученных результатов можно сделать вывод, что при применении изолейцил-триптофан и серебро, по сравнению с тимоцином, более эффективно при лечении ИРТ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Герпесвирусные инфекции у детей [Текст] / А.Г. Боковой. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 142 с.
2. Одегов Е.С., Петрова О.Г. Герпетическая инфекция у крупного рогатого скота. Современные проблемы в патогенезе острых респираторных вирусных инфекций (обзор иностранной литературы) // Аграрный вестник Урала. – 2016. – №05(147). – С. 31-36.
3. Шуляк, А.Ф. Инфекционный ринотрахеит у племенных быков на племпредприятиях / А.Ф. Шуляк, Г.Н. Величко // Ветеринария. – 2016. – №11. – С. 7-11.
4. Магдеева Э.А. Биологические свойства мнактивированной липосомальной вакцины против инфекционного ринотрахеита и парагриппа-3 крупного рогатого скота: дисс. канд. вет. наук. – Казань, 2016. – 117 с.
5. Клинические проявления инфекционного ринотрахеита крупного рогатого скота в племенных организациях Уральского региона [Текст] / Е.Н. Шилова, И.М. Донник, М.В. Ряпосова // Аграрный вестник Урала. – 2011. – №6(85). – С. 24-25.
6. Мищенко, В.А. Экологические особенности герпесвируса крупного рогатого скота типа 5 / В.А. Мищенко, А.В. Мищенко, В.В. Думова // Ветеринария Кубани. – 2015. – №2. – С. 19-22.
7. Mishra, N. Identification and molecular characterization of novel and divergent HoBi-like pestiviruses from naturally infected cattle in India / N. Mishra, K. Rajukumar, A. Pateriya, M. Kumar, P. Dubey, S.P. Behera,

A. Verma, P. Bhardwaj, D.D. Kulkarni, D. Vijaykrishna, N.D. Reddy // Veterinary Microbiology. – 2014. – №174. – P. 239-246.
8. Юров, К.П. Острые и персистентные герпес- и пестивирусные инфекции крупного рогатого скота: риск распространения при оплодотворении / К.П. Юров // Российский ветеринарный журнал. – 2019. – №2. – С. 5-9. DOI:10.32416/article_5cd16d060045f5.10688029

ОМӮЗИШИ МУҚОИСАВИИ ТАЪСИРИ ТИМОАРГ ВА ТИМОТСИН БА САМАРАНОКИИ ЭМКУНИИ ПЕШГИРИКУНАНДА ВА ТАБОБАТИ РИНОТРАХЕИТИ СИРОЯТИИ ГӮСОЛАҲО

Дар мақола натиҷаи омӯзиши муқоисавии самаранокии тимотсин ва тимоарг ҳангоми эмкунии пешгирикунанда ва табобати ринотрахеити сироятии чорвои калони шохдор пешниҳод гардидааст. Муаллиф қайд мекунад, ки барои эмкунӣ ваксинаи тиҷоратии фаъолгардонидашудаи зидди ринотрахеити сироятӣ, паранриппи 3, бемориҳои роҳҳои нафаскашӣ, диареяи вирусӣ ва пастереллези чорвои калони шохдор (КОМБОВАК-Р) истифода бурда шуд. Истифодаи тимотсин ва тимоарг ҳангоми эмкунии гӯсолаҳо бар зидди ринотрахеити сироятӣ ба зиёдшавии титри антиҷисмҳо мувофиқан 1,8 ва 1,75 маротиба мусоидат намуд. Ҳол он ки фаъолияти самарабахши ҳарду препаратҳо якхела буданд.

Истифодаи препаратҳои дар асоси пайвастҳои координатсионии дипептиди изолейтсил-триптофан ва ионҳои нуқраю руҳ коркардшуда нишондиҳандаҳои биохимиявиро ҳангоми ринотрахеити сироятӣ ба меъёр меоварад, ки аз ин мавҷудияти хосиятҳои протекторӣ шаҳодат медиҳад, ҳамчунин аз натиҷаҳои бадастомада хулоса кардан мумкин аст, ки истифодаи изолейтсил-триптофан ва нуқра нисбат ба тимотсин самараи бнштар медиҳад.

КАЛИДВОЖАҲО: ринотрахеити сироятӣ, ваксинаи пешгирикунанда, табобат, титсоцин, тимоарг.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ: Раҷабов Файзалӣ Файзуллоевич, унвонҷӯи муассисаи давлатии «Маркази илмӣ-таҳқиқотии фарматсевтӣ»-и Вазорати тандурустӣ ва ҳифзи иҷтимоии аҳолии Ҷумҳурии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 917-85-13-13.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИМОАРГА И ТИМОЦИНА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВАКЦИНОПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ИНФЕКЦИОННОГО РИНОТРАХЕИТА ТЕЛЯТ

В статье приведены результаты сравнительного изучения эффективности тимоцина и тимоарга при вакцинопрофилактике и лечении инфекционного ринотрахеита крупного рогатого скота. Автор отмечает, что для вакцинации использовали коммерческую вакцину инактивированную комбинированную против инфекционного ринотрахеита, парагриппа-3, респираторно-синцитиальной болезни, вирусной диареи и пастереллеза крупного рогатого скота (КОМБОВАК-Р). Применение тимоцина и тимоарга при вакцинации телят против инфекционного ринотрахеита способствовало увеличению титра антител в 1,8 и 1,75 раза. Иммуностимулирующая активность препаратов была почти одинаковой.

Применение препаратов на основе координационных соединений дипептида изолейцин-триптофан с ионами серебра и цинка нормализует биохимические показатели при ИРТ, что свидетельствуют о наличии протекторных свойств, а также из полученных результатов можно сделать вывод, что при применении изолейцил-триптофан и серебро, по сравнению с тимоцином, более эффективно при лечении ИРТ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: инфекционный ринотрахеит, вакцинопрофилактика, лечение, тимоцин, тимоарг.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Раджабов Файзали Файзуллоевич, соискатель государственного учреждения «Научно-исследовательский фармацевтический центр» Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан. Тел.: (+992) 917-85-13-13.

COMPARATIVE STUDY OF THE INFLUENCE OF THYMOARG AND THYMOCIN ON THE EFFECTIVENESS OF VACCINOPROPHYLAXIS AND TREATMENT OF INFECTIOUS RHINOTRACHEITIS IN CALVES

The results of a comparative study of the efficacy of thymocin and thymoarg in vaccine prophylaxis and treatment of infectious rhinotracheitis in cattle are presented. For vaccination, a commercial inactivated combined vaccine against infectious rhinotracheitis, parainfluenza-3, respiratory syncytial disease, viral diarrhea and bovine pasteurellosis (KOMBOVAK-R) was used. The use of thymocin and timoarg in the vaccination of calves against infectious rhinotracheitis increased the antibody titer by 1,8 and 1,75 times. The immunostimulating activity of the drugs was almost the same.

The use of drugs based on the coordination compounds of the dipeptide isoleucine-tryptophan with silver and zinc ions normalizes the biochemical parameters in IRT, which indicates the presence of protective properties, and from the results obtained, it can be concluded that when using isoleucyl-tryptophan and silver, compared with thymocin, more effective in the treatment of RTI.

KEY WORDS: infectious rhinotracheitis, vaccine prophylaxis, treatment, thymocin, thymoarg.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR: Rajabov Faizali Fayzulloevich, applicant for the state institution «Scientific research pharmaceutical center» of the Ministry of health and social protection of the population of the Republic of Tajikistan. Тел.: (+992) 917-85-13-13.

АЗ ТАЪРИХИ МУАЙЯНКУНИИ АДАДҲОИ СОДА

Сатторов А.Э., Исмоилов А.Ш.
Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав

Дар таърихи рушди илми математика назарияи ададҳо ҷои муҳимро ишғол менамояд ва дар ин самт муайянкунии ададҳои сода дар маҷмӯи ададҳои натуралӣ таърихи қадима дорад. Роҷеъ ба масъалаҳои мухталифи назарияи ададҳои сода якчанд олимҳои ҷаҳон, аз ҷумла олимони ватанӣ, монанди академик З. Раҳмонов, дотсентон Б.А. Элнатанов, А. Собиров, У. Чориев ва дигарон саҳми босазо гузоштаанд.

Дар пайдарпайии ададҳои натуралӣ $1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, \cdots$ баъзе аъзоро ба зарбшавандаҳо ҷудо намоем, ҳосили зарб аз ададҳои ба ин адад нобаробар иборат мебошад. Масалан: $6 = 2 \cdot 3,\ 24 = 2^3 \cdot 3$ ва ҳоказо. Баъзе ададҳои натуралие мавҷуданд, ки ба монанди ададҳои дар боло овардашуда, ба зарбшавандаҳо ҷудо намешаванд, масалан 5, 7, 11, 13, 17, 19, ... ва ҳоказо. Ин гуна ададҳо фақат дуто тақсимкунанда доранд: як ва худи ҳамон адад. Ададҳое, ки ба зарбшавандаҳои сода ҷудо мешаванд, ададҳои таркибӣ ва ададҳое, ки танҳо ба 1 ва худи ҳамон адад тақсим мешаванд, ададҳои сода номида шуда, адади натуралии 1 шартан на адади таркибӣ ва на адади сода қабул карда мешавад.

Аз ин лиҳоз, пайдарпайии 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23 , ... пайдарпайии ададҳои содаро ифода мекунад. Беохир будани пайдарпаии ададҳои содаро нахуст олими бузург - риёзидони Юнони қадим Евклид дар асри III-и пеш аз милод исбот карда буд.

Дар замони муосир оид ба назарияи ададҳои сода якчанд теоремаҳо мавҷуд бошанд ҳам, исботи Евклид бисёр оддӣ мебошад. Аз теоремаи Евклид дилхоҳ адади калони содаро ҳосил кардан мумкин, масалан, адади содаи на камтар аз 1000 рақам иборатбуда мавҷуд аст. Вале, то соли 1960 ин гуна ададҳои сода маълум набуданд, чунки то ин вақт аз ҳама калонтарин адади сода аз 969 рақам иборат, ки баъдтар ин адади сода дар намуди $2^{3217} - 1$ муайян шуд. Ногуфта намонад, ки адади сода будани адади $2^{31} - 1$-ро олими бузурги швейтсарӣ Л. Эйлер (1707-1783) дар замон худ нишон дода буд. Дар бойгонии фанҳои академияи Вена китоби математик Кулик, ки аз 4212 саҳифаи дастнавист иборат аст, дар он шакли каноникии паҳншавии ададҳо то 100 000 000 (дар шакли зарби ададҳои сода) дода шудааст. Ифодаи $2^{11213} - 1$ адади сода буда, аз 3375 рақам иборат буданаш соли 1963 бо ёрии мошинаи электронии ҳисоббарор муайян гардид.

Соли 1971 олими америкоӣ Такерман бо ёрии мошинаи электронии ҳисоббарор дар давоми 40 дақиқа ҳисоб кардани адади содаи аз 6002 рақам иборатбударо, яъне шакли $2^{19937} - 1$ -ро муайян кард. Ин адад дар ҳамон замон адади содаи калонтарин буд.

Тарзи оддии сохтани ҷадвали ададҳои содаи усули қадимтаринро дар Юнон олими математик ва астроном Эратосфен (солҳои 276-193 то мелод), ки дар шаҳри қадимаи Кренаки зиндагӣ мекард, пешниҳод кардааст.

Усуле, ки Эратосфен пешниҳод кард, чунин аст: фарз мекунем, ки сохтани ҷадвали ададҳои сода то ба адади 50 талаб карда шавад. Пайдарпайии ададҳои натуралии аз 1 то 50-ро навишта мебароем ва аз байни онҳо ададҳои содаро бо тарзи зерин ҷустуҷӯ мекунем (дар болои ададҳои таркибӣ хат зада мешавад):

	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

Аввалин адади аз 1 калони ин қатор, адади 2 аст. Ин адад танҳо ба 1 ва ба худаш тақсим мешавад, пас вай сода аст.

Дар ҷадвал ба ғайр аз худи 2 ҳамаи ададҳои ба 2 каратибударо (чун ададҳои таркибӣ) хат мезанем. Баъди 2 аввалин адади хатназада, адади 3 аст. Вай ба 2 тақсим намешавад (дар аски ҳол онро бояд хат занем). Бинобар ин, адади 3 танҳо ба 1 ва ба худаш тақсим мешавад, аз ин сабаб вай ҳам адади сода аст. Ҷадвали ададҳо ба ғайр аз худи 3 ҳамаи ададҳои ба 3 каратиро хат мезанем. Аввалин адади пас аз 3 меомадагии хатназада, адади 5 аст. Вай ба 2 ва 3 тақсим

намешавад (дар акси ҳол онро бояд хат мезадем). Бино бар ин 5 танҳо ба 1 ва ба худаш тақсим мешавад, аз ин сабаб вай ҳам адади сода аст ва ҳоказо. Дар мисоли мо баъди хат задани амали чорум фақат ададҳои сода мемонад.

	2	3	~~4~~	5	~~6~~	7	~~8~~	~~9~~	~~10~~
11	~~12~~	13	~~14~~	~~15~~	~~16~~	17	~~18~~	19	~~20~~
~~21~~	~~22~~	23	~~24~~	~~25~~	~~26~~	~~27~~	~~28~~	29	~~30~~
31	~~32~~	~~33~~	~~34~~	~~35~~	~~36~~	37	~~38~~	~~39~~	~~40~~
41	~~42~~	43	~~44~~	~~45~~	~~46~~	47	~~48~~	~~49~~	~~50~~

Бо ин усул ҳосил кардани ҷадвали ададҳои сода бо номи «Ғалбери Эратосфен» маълуманд. Эратосфен дар замони худ ададҳоро бо мум ба таҳтача навишта, ададҳои таркибиро бо сӯзанак сӯрох кардааст, ки дар натиҷа сӯрохиҳо ҳосил шуданд. Тахтача ғалберро ба ёд меорад, чунки дар вай ҳамаи ададҳои таркибӣ вақти ғалбер кардан партофта мешавад, фақат ададҳои сода мемонад. Эратосфен ҷадвали ададҳои содаро фақат барои ададҳои аз 1 то 1000 овардааст. Дар замони муосир ҷадвали ададҳои сода зиёда аз 100 000 000 мавҷуд аст [1].

Усули дигари ҷудокунии ададҳои сода аз тарафи муҳандис Мирослов Соукуп, соли 1954, ки дар шаҳри Прага зиндагонӣ мекард, пешниҳод гардид, ки он чунин аст:

Маълум аст, ки ҳангоми n адади аз адади 6 калонро ба 6 тақсим кардан бақияҳо 0, 2, 3, 4 ҳосил мешавад, дар ин маврид n адади таркибӣ мебошад. Барои ҳамин, ададҳои содаро ҳангоми $n \neq 2, n \neq 3$ будан, аз ифодаи $6n \pm 1$ ҷустуҷӯ кардан лозим мешавад.

$$n = 6km \pm (k + m) \qquad (k = 1,2,3, \dots,\ m = 0,1,2, \dots, k)$$

ва

$$n = 6km \pm (k - m) \qquad (k = 1,2,3, \dots, \qquad m = 0,1,2, \dots, k)$$

аз инҳо истифода бурда ҷадвали зеринро месозем:

$$\left.\begin{array}{r} n = 6km \pm (k + m) = 96 \pm 8 \dots \\ 54 \pm 6\ 72 \pm 7 \dots \\ 24 \pm 4\ 36 \pm 5\ \ 48 \pm 6 \dots \\ 6 \pm 2\ \ 12 \pm 3\ \ 18 \pm 4\ \ 24 \pm 5 \dots \end{array}\right\} 6n + 1 - \text{таркибӣ}$$

$$0 \pm 1\ \ 0 \pm 2\ \ 0 \pm 3\ \ 0 \pm 4 \dots$$

$$\left.\begin{array}{r} 6 \pm 0\ \ 12 \pm 1\ \ 18 \pm 2\ \ 24 \pm 3 \dots \\ 24 \pm 0\ \ 36 \pm 1\ \ 48 \pm 2 \dots \\ 54 \pm 0\ \ 72 \pm 1 \dots \\ n = 6km \pm (k - m) = 96 \pm 0 \dots \end{array}\right\} 6n - 1 - \text{таркибӣ}$$

$$\begin{array}{ll} k = 1 \text{ будан} & m = 0,1; \\ k = 2 \text{ будан} & m = 0,1,2; \\ k = 3 \text{ будан} & m = 0,1,2,3; \end{array}$$

қиматҳо қабул мекунад.

Адади $6n - 1$ адади сода буданаш дар қисми поёни ҷадвал n набошад, $6n + 1$ адади сода буданаш дар қисми болои ҷадвал n набуданаш лозим.

Мисол. 1) Адади $n = 13$ дар қисми болои ҷадвал вуҷуд надорад, пас

$$6 \cdot 13 + 1 = 79 - \text{адади сода.}$$

Адади $n = 13$ дар қисми поёни ҷадвал мавҷуд аст, барои ҳамин $6 \cdot 13 - 1 = 77$ - адади таркибӣ аст; 2) Адади $n = 149$ адади сода аст, чунки $149 = 6 \cdot 25 - 1$ ва адади 25 дар қисми поёнии ҷадвал нест; 3) $n = 229$ - адади сода аст, чунки $229 = 6 \cdot 38 + 1$ ва адади 38 дар қисми болоии ҷадвал нест; 4) $n = 187$ –адади таркибӣ аст, чунки $187 = 6 \cdot 31 + 1$ ва адади 31 дар қисми болоии ҷадвал ҳаст [7].

Усули дигари ҷудо кардани ададҳои сода чунин аст:

1 ва n-то ададҳои содаро гирифта, онҳоро бо роҳи дилхоҳ ба ду гурӯҳ ҷудо менамоем ва ҳар як гурӯҳро зарб зада, ду намуди зарбшавандаҳоро ҳосил мекунем ва сумма ё фарқи ин зарбшавандаҳоро месозем. Бо ёрии ҳосилшавии сумма ё фарқ квадрати ададҳои содаи аз $(n + 1)$ хурдбударо ҳосил мекунем.

Мисол: 1) 1 ва ададҳои содаи 2, 3, 5-и ададҳоро ихтиёрӣ ба ду гурӯҳ ҷудо мекунем:

$$\left.\begin{array}{l} \text{I гурӯҳ: } 2 \\ \text{II гурӯҳ: } 1, 3, 5 \end{array}\right\} \qquad \begin{array}{l} 1 \cdot 3 \cdot 5 - 2 = 13; \\ 1 \cdot 3 \cdot 5 + 2 = 17. \end{array}$$

Ададҳои 13 ва 17 баъди 5 аз квадрати ададі содаи 7 хурд аст. Дар ин ҳолат ададҳои 13 ва 17 ададі сода аст.

2) 1 ва ададҳои содаи 2, 3, 5, 7, 11 - ро истифода бурда, ададҳои содаи аз квадрати ададі $13^2 = 169$ хурдбударо ҳосил мекунем.

$$\left.\begin{array}{l}\text{I гурӯҳ: } 3 \cdot 5 \\ \text{II гурӯҳ: } 1 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 11 = 154\end{array}\right\} \begin{array}{l} 154 + 15 = 169 - \text{таркибӣ;} \\ 154 - 15 = 139 - \text{ададі сода.}\end{array}$$

Гурӯҳҳои гуногун месозем:

$$\left.\begin{array}{l}\text{I гурӯҳ: } 3 \cdot 5 \cdot 7 = 105 \\ \text{II гурӯҳ: } 1 \cdot 2 \cdot 11 = 22\end{array}\right\} \begin{array}{l} 105 - 22 = 83 - \text{ададі сода;} \\ 105 + 22 = 127 - \text{ададі сода.}\end{array}$$

Эъзоҳ. Агар фарқи ҳосилшудаи адад аз квадрати ададі сода калон бошад, ин гуна адад ададі сода набуданаш мумкин.

Мисол: 1 ва ададҳои содаи 2, 3, 5, 7-ро ихтиёрӣ ба ду гурӯҳ ҷудо мекунем:

$$\text{I гурӯҳ: } 1 = 1$$
$$\text{II гурӯҳ: } 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 = 210$$
$$210 - 1 = 209, \text{вале } 209 > 11^2.$$

Бо ин сабаб ададі 209-ро ададі сода гуфта наметавонем. Дар ҳақиқат $209 = 11 \cdot 19$ аст.

Мисоли 2: 1 ва ададҳои содаи 2, 3, 5, 7, 11- ро бо гурӯҳҳои гуногун ҷудо намуда, ҳамаи ададҳои содаи аз ададі 169 хурдбударо меёбем.

$$\left.\begin{array}{l}\text{I гурӯҳ: } 2 \cdot 3 \cdot 5 = 30 \\ \text{II гурӯҳ: } 7 \cdot 11 = 77\end{array}\right\} \begin{array}{l} 77 - 30 = 47 - \text{ададі сода;} \\ 77 + 30 = 107 - \text{ададі сода,}\end{array}$$

$$\left.\begin{array}{l}\text{I гурӯҳ: } 3 \cdot 7 = 21 \\ \text{II гурӯҳ: } 2 \cdot 5 \cdot 11 = 110\end{array}\right\} \begin{array}{l} 110 - 21 = 89 - \text{ададі сода;} \\ 110 + 21 = 131 - \text{ададі сода,}\end{array}$$

$$\left.\begin{array}{l}\text{I гурӯҳ: } 2 \cdot 3 \cdot 7 = 42 \\ \text{II гурӯҳ: } 5 \cdot 11 = 55\end{array}\right\} \begin{array}{l} 55 - 42 = 13 - \text{ададі сода;} \\ 55 + 42 = 97 - \text{ададі сода,}\end{array}$$

$$\left.\begin{array}{l}\text{I гурӯҳ: } 5 \cdot 7 = 35 \\ \text{II гурӯҳ: } 2 \cdot 3 \cdot 11 = 66\end{array}\right\} \begin{array}{l} 66 - 35 = 31 - \text{ададі сода;} \\ 66 + 35 = 101 - \text{ададі сода,}\end{array}$$

$$\left.\begin{array}{l}\text{I гурӯҳ: } 3 \cdot 11 = 33 \\ \text{II гурӯҳ: } 2 \cdot 5 \cdot 7 = 70\end{array}\right\} \begin{array}{l} 70 - 33 = 37 - \text{ададі сода;} \\ 70 + 33 = 103 - \text{ададі сода.}\end{array}$$

Ҳамаи ададҳои содаи аз ададі 169 хурд ёфта шуд [7].

АДАБИЁТ:

1. Виноградов И. М. Основы теории чисел. – М. : Наука, 1981. – 178 с.
2. Диамонд Г. Элементарные методы в изучении распределения простых чисел, УМН, 1990, том 45, выпуск 2(272). – С. 79–114.
3. Михелович Ш. Х. Теория чисел. – Москва: Высшая школа, 1967.
4. Сушкевич А. К. Теория чисел (элементарный курс). – Харьков: Издательство Харьковского университета, 1954. – 205 с.
5. Нестеренко Ю.В .Теория чисел. – Москва: Издательский центр «Академия». - 2008. – С. 273.
6. Кудреватов Г.А. Сборник задач по теории чисел. – Москва: Издательство «Просвещение». - 1970 – С. 129.
7. Ягудаев Б.Я. В мире прекрасных чисел. – Ташкент: «O'qituvchi». - 1973. – С. 132 (ба забони тоҷикӣ).

АЗ ТАЪРИХИ МУАЙЯНКУНИИ АДАДҲОИ СОДА

Дар мақола, ки доир ба таърихи математика бахшида шудааст, доир ба маҷмӯи ададҳои сода ва ҷудошавии он аз маҷмӯи ададҳои натуралӣ маълумот пешкаш шудааст. Аз ҷумла, дар баробари «Ғалбери Эратосфен», дигар тарзҳои ҷудокунии маҷмӯи ададҳои сода аз маҷмӯи ададҳои натуралӣ баён гардидааст.

КАЛИДВОЖАҲО: таърихи математика, ададҳои сода, маҷмӯъ, назарияи ададҳо, «Ғалбери Эратосфен», ҷудо кардани ададҳои сода.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Сатторов Абдурасул Эшбекович, доктори илмҳои педагогӣ, профессори кафедраи алгебра ва геометрияи Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 987-67-57-73.

Исмоилов Абдумаҷид Шералиевич, омӯзгори кафедраи алгебра ва геометрияи Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 909-66-61-25.

ИЗ ИСТОРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТЫХ ЧИСЕЛ

В статье посвященной истории математики, представляется сведения по комплексу простых чисел и их выделении от комплекса натуральных чисел. В том числе наряду с «Ситом Эратосфена» представлены другие способы выделения комплекса простых чисел от совокупности натуральных чисел.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: история математики, простые числа, комплекс, теория чисел, «Сито Эратосфена», выделение простых чисел.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Сатторов Абдурасул Эшбекович, доктор педагогических наук, профессор кафедры алгебры и геометрии Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 987-67-57-73.

Исмоилов Абдумаджид Шералиевич, преподаватель кафедры алгебры и геометрии Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 909-66-61-25.

FROM THE HISTORY OF DEFINITION OF PRIME NUMBERS

In an article devoted to the history of mathematics, information is presented on the complex of primes and their separation from the complex of natural numbers. Including, along with the «Sieve of Eratosthenes», other methods of isolating a complex of prime numbers from a set of natural numbers are presented.

KEY WORDS: history of mathematics, prime numbers, complex, number theory, «Sieve of Eratosthenes», extraction of primes.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Sattorov Abdurasul Eshbekovich, doctor of pedagogical sciences, professor of the department of algebra and geometry of the Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 987-67-57-73.

Ismoilov Abdumajid Sheralievich, lecturer of the department of algebra and geometry of the Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 909-66-61-25.

МАФҲУМИ ФУНКСИЯ ВА ТАЪРИХИ ПАЙДОИШИ ОН

Фатҳуллоев Қ. Сафаров Ҷ., Одинаев Т.
Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав

Функсия ин яке аз мафҳуми асосии математика ва умумиилмӣ мебошад. Он барои фаҳмидани дунёи реалӣ нақши муҳим мебозад. Давраи омӯзиши мафҳуми функсия аз давраҳои қадим то асри XVII давом кардааст. Ақидаҳои вобастагии функсионалӣ ба замонҳои қадим мебарад. Мазмуни функсия аз ифодаҳои аввалини математикӣ, алоқаи байни бузургиҳо, дар қоидаҳои аввалини амалҳо бо ададҳо. Дар формулаҳои якумини ёфтанани масоҳат ва ҳаҳми ин ё он фигура.

Ҳамин тавр, олимони вавилонӣ (4-5 ҳазор сол пеш) масоҳати доираро ҳамчун функсияи аз радиус вобаста, тахминан: $s = 3r^2$ нишон додаанд. Ба таври иҷадвалӣ дода шудани функсия, ҳамчунин ҷадвалҳои астрономии вавилиониҳо, юнониҳои қадим ва ҳиндуҳо мисол шуда метавонад, аммо мисоли шифоҳӣ дода шудани функсия - теорема дар бораи мувофиқати доимии масоҳати давра ва квадрат аз рӯйи диаметр ё таърифи қадимаи буриши каноникӣ мебошад, ҳол он ки хатҳои каҷ ҳамчун намудҳои геометрии вобастагии фуксионалиро нишон медоданд.

Ба дохилкунии мафҳуми функсия, аз асри XVII дар математика пайдоиши мафҳуми тағйирёбандаҳо оғоз мешавад.

Барои пайдоиши функсия дар асри XVII олимони франсуз Франсуа Виет (1540-1603) ва Рине Декарт (1596-1650) роҳ кушоданд: онҳо символҳои ҳарфии математикиро ҷорӣ намуданд, ки ҳамагон онҳоро эътироф карданд. Нишонаи ягона ҷорӣ карда шуд: номаълумҳо - ҳарфҳои охири алифбои лотинӣ – *x, y, z,* маълумҳо - ҳарфҳои аввали ҳамон алифбо – *a, в, c,* … ва ғайраҳо. Дар ҳар як ҳарф нафақат мафҳуми алоҳида, балки якчанд мафҳумҳои дигар ҷой гирифта буданд, ки ба туафайли онҳо дар математика ақидаҳо дигар шуданд.

Ҳамин тариқ, барои навиштани формулаи умумии функсия шароит пайдо шуд.

Ғайр аз ин, дар корҳои геометрии Декарт ва Ферма (1601-1665) оид ба бузургиҳои тағйирёбанда ва системаи координатаи росткунча маълумоти аниқ пайдо шуданд.

Дар «Геометрия»-и худ соли 1637 Декарт чунин таърифи мафҳуми функсияро медиҳад: тағйирёбии нуқтаҳои ордината аз тағйирёбии абтсиссаи он вобаста; ӯ мунтазам он хатҳои каҷро мегирифт, ки онҳоро ба воситаи муоидилаҳо ифода кардан мумкин бошад, инчунин онҳо алгебравӣ бошанд. Ҳамин тавр, оҳиста-оҳиста мафҳуми функсия айниятан ба мафҳуми ифода - формулаҳои аналитикӣ табдил ёфт. Соли 1671 Нютон (1643-1716) таҳти мафҳуми функсия бузургиҳои тағйирёбанда, кадоме, ки дар мудати вақт тағйир меёфт, медидагӣ шуд. Ӯ онро «флюентой» номид.

Дар «Геометрияи» Декарт, корҳои Ферма, Нютон ва Лейбнитс (1646-1716) мафҳуми функсия характери интуитивӣ дошта, ё ба назарияи геометрӣ ва ё механикӣ вобаста дониста мешуд: ординатаҳои нуқтаҳои хати каҷ - функсияи абтсиса (x); масофа ва суръат функсия аз вақт (t) ва ба онҳо монанд.

Таърифи аналитикии функсия дар асрҳои XVII-аввали XIX вуҷуд дошт. Худи калимаи «функсия» (калимаи лотинӣ – functio буда, маъноиш иҷро кардан, иҷроиш мебошад), ки бори аввал аз тарафи математики олмонӣ Лейбнитс соли 1673 дар мактубаш ба Гюгенс (1629-1965) навиштааст, бармеояд (дар зери мафҳуми функсия ӯ порчаеро дар назар дошт, ки дарозии он аз рӯйи кадом як қонуни муайян тағйирёбанда будааст). Ин нома соли 1694 дар матбуот дарҷ гардид. Аз соли 1698 сар карда, Лейбнитс истилоҳҳои «тағйирёбанда» ва «доимӣ»-ро дохил кардааст.

Дар асри XVIII нигоҳи дигаре доир ба функсия, формула ҳамчун алоқамандии байни як тағйирёбанда бо дигараш, пайдо шуд. Ин нигоҳ аналитикӣ будани мафҳуми функсияро нишон медиҳад. Ба чунин функсия аввалин бор математики швейтсариягӣ Иоганн Бернули (1667-1748) таъриф додааст. Ӯ соли 1718 функсияро чунин муайян намуд: «функсияи бузургҳои тағйирёбандадор гуфта, миқдори бузургиҳоеро меноманд, ки бо ягон усул аз ин тағйирёбанда ҷудо кардани бузургиҳо ва доимиҳо ташкил ёфтааст».

Барои ишораи функсияи ихтиёри аз x Бернулли ишораи (x)-ро истифода карда, онро тавсифи функсия номидааст. Лейбнитс ишораи x^1, x^2-ро, ба ҷойи ишораи ҳозираи $f_1(x)$, $f_2(x)$, истифода бурдааст. Эйлер ишораи $f{:}x$, $f{:}(x+y)$ – ро истифода кардааст, ки ҳоло бо чунин шакл $f(x)$, $f(x+y)$ ишора мешавад.

Дар баробари ин Эйлер пешниҳод мекунад, ки ифодаҳои ҳарфӣ ва дигарҳо низ истифда шаванд. Даламбер аввалин шуда, ба ишораи ҳозиразамон қадам ниҳод, ӯ ду нуқтаро партофта чунин навишт, масалан, t, ($t+s$).

Матни қатъии таърифи функсияро аз нуқтаи назари аналитикӣ соли 1748 шогирди Бернулли Эйлер (дар «Ҷорӣ намудани беохирӣ дар анализ») додааст: «Функсияи миқдории тағйирёбандаҳо ин ифодаи аналитикӣ буда, бо кадом як тариқ аз ин миқдор ва ададҳо ё аз миқдори доимиҳо, тартиб дода шудааст».

Ҳамин тавр, дар давоми асри XVIII Даламбер, Лагранж (1736-1813), Фуре (1768-1813) ва дигар математикони намоён моҳияти функсияро ошкор сохтанд. Эйлер на ҳама вақт таърифи дар боло зикршударо дастгирӣ мекард; аммо дар корҳои ӯ мафҳуми функсия дар инкишофи оянда, мувофиқи талаботи анализи математикӣ ба назар мерасид.

Дар «Ҳисобкуниҳои диференсиалӣ», ки соли 1755 чоп шудааст, Эйлер таърифи умумии функсияро чунин пешниҳод кардааст: «Ҳангоме, ки баъзе миқдорҳо бо чунин тариқ аз ҳамдигар вобастагӣ доранд, ҳангоми тағйирёбии охирон худи онҳо низ тағйир меёбанд, он гоҳ аввалин функсияи дуюмин ҳисоб мешавад». «Ин номгӯйҳо, - характери фавқулодаи васеъ дорад, - менависад Эйлер, - ҳамаи усулҳоро дар бар мегирад, ки маънои як миқдор аз тарафи миқдори дигар муайян шуданро дорад».

Тавре аз таърифҳои муайяншуда бармеояд, худи мафҳуми функсия айнан ба мафҳумҳои аналитикӣ меорад. Қадамҳои нав дар тараққиёти табиатшиносӣ ва математика дар оянда ба муттаҳидкунии мафҳуми функсия оварда расонд.

Яке аз масъалаҳои ҳалнашуда вобаста ба мафҳуми функсия, ки дар он ақидаҳо ба муборизаҳои ҷиддии фикрҳо меовард, ин буд ки оё мумкин аст як функсияро бо якчанд ифодаҳои аналитикӣ ифода намоем?

Саҳми бузургро дар ҳалли муаммоҳои Эйлер, Даламбер, Бернулли ва дигар олимони асри XVIII оид ба он ки таҳти функсия чиро бояд фаҳмид, математики франсуз Жан Батист Жозеф Фуре, ки дар соҳаи математикаи физикӣ кор мекард, гузоштааст.

Аз корҳои Фуре бармеояд, ки хати каҷи ихтиёрӣ новобаста аз онеро, ки аз чанд қисмҳои гуногун иборат аст, ба намуди ифодаи аналитикии ягона ва инчунин хатҳои каҷи канишдор овардан мумкин аст.

Дар китоби «Курси анализи алгебравӣ», ки соли 1721 аз тарафи математики франсуз О. Кошӣ (1789-1857) чоп шудааст, хулосаҳои Фуре асоснок карда шуд. Ба ҳамин тариқ, дар давраи маълуми тараққиёти физика ва математика, маълум шуд, ки истифодаи чунин функсияҳо мумкин аст, аммо муайян намудани он мураккаб буда, ҳатто бо истифодаи як ифодаи аналитикӣ маҳдуд шудан ғайриимкон аст. Фикрроиҳои охир васеъ намудани мафҳуми функсияро дар меъёри талаботи фанҳои математикӣ ва табиатшиносӣ монеа шуд.

Назарияи мувофиқ дар асри XIX ба вуҷуд омад. Соли 1855 Н.И. Лобачевский (1792-1856) гуфтаҳои Эйлерро доир ба таърифи функсия инкишоф дода, навиштааст: «Мафҳуми умумӣ талаб менамояд, ки функсия аз *x* гуфта ададеро мегӯянд, ки барои ҳар як *x* дода шуда, мунтазам тағйир меёбад. Қимати функсия метавонад ба таври ифодаи аналитикӣ, ё бо шарте дода шавад, ки воситаи истифодаи ҳамаи ададҳо буда, яке аз онро интихоб намудан ё, дар охир вуҷуд доштан ё надоштани вобастагӣ номаълум мемонад. Фаҳмиши васеъи назария ҳамон вақт ифода меёбад, ки вобастагӣ на танҳо дар маънӣ, балки вобастагии байни ададҳоро нишон дода тавонад, ки онҳоро дар якҷоягӣ қабул кунад».

То Лобачевский нуқтаи назари монандро доир ба мафҳуми функсия математики чех Б. Болтсано (1781-1848) баён карда буд.

Ҳамин тавр, таърифи муосири функсия, фориг аз фаҳмиши аналитикӣ дода шудани функсия ба математики немис П.Л. Дирихле (1805-1859) мансуб дониста мешуд, ҳол он ки то Дирихле чунин пешниҳод мавҷуд буд. Соли 1837 Дирихле ба функсия чунин таърифи умумӣ додааст: «*y* функсияи тағйирёбандаи *x* аст (дар порчаи *ав*), агар барои ҳамаи қиматҳои *x* дар ин порча қимати мувофиқи *y* рост ояд, новобаста аз он ки функсия - ба тариқи аналитикӣ, графикӣ, таблитсавӣ ё бо сухан баён шудааст».

Ба таърифи умумии дар боло додашуда, «функсияи Дирихле» (x) мисол шуда метавонад.

Ин функсия бо ду формула ва суханӣ дода шудааст. Ба таври аналитикӣ формулаи бениҳоят душворро муайян кардан мумкин аст, ки барои бомуваффақият омӯхтани хосиятҳои он мушкилӣ ба миён меояд. Ҳамин тариқ, тахминан дар миёнаи асри XIX баъди муборизаҳои зиёди ақидаҳо, мафҳуми функсия аз чорчӯбаи ифодаи аналитикӣ халос шуд

Дар нимаи дуюми асри XIX баъди дода шудани назарияи маҷмӯъҳо дар мафҳуми функсия, ақидаи мувофиқи ақидаи маҷмӯъҳо дохил карда шуд.

Ҳамин тариқ, таърифи функсия дар намуди пурраaш чунин муайян карда шудааст: агар барои ҳар як элементи *x* аз маҷмӯи *A* чунин элеиенти *y* аз маҷмӯи *B* мувофиқ ояд, он гоҳ мегӯянд, ки дар маҷмӯи *A* функсияи *y=f*(*x*) дода шудааст, ё ин ки маҷмӯи *A* дар маҷмӯи *B* инъикос ёфтааст. Дар ҳолати якум элементи *x* аз маҷмӯи *A*-ро қимати аргумент, вале элементҳоро аз маҷмӯи *B* - қимати функсия меноманд; дар ҳолати дуюм бошад *x* инъикоси образи *y* мебошад.

АДАБИЁТ:

1. ИвановаТ. А. История методология и современные проблемы математического образования. Москва, 2012.
2. Шарифзода А., Пиров Р. Алгебра: Китоби дарсӣ синфи 7. – Душанбе: Сарпараст, 2002.
3. Усмонов Н., Алиев Б. Алгебра: Китоби дарсӣ синфи 9. – Душанбе: Комбинати полиграфӣ, 2002.
4. Усмонов Н., Алиев Б. Алгебра: Китоби дарсӣ синфи 10. – Душанбе: Бахт ЛТД, 2002.

МАФҲУМИ ФУНКСИЯ ВА ТАЪРИХИ ПАЙДОИШИ ОН

Дар мақола қайд шудааст, ки функсия яке аз мафҳуми асосии математика ва умумиилмӣ мебошад, ки барои фаҳмидани дунёи реалӣ нақши муҳим мебозад. Давраи омӯзиши мафҳуми функсия аз давраҳои қадим то асри XVII давом кардааст. Олимони вавилонӣ (4-5 ҳазор сол пеш) масоҳати доираро ҳамчун функсияи аз радиус вобаста, тахминан: $s = 3r^2$ нишон додаанд. Ба таври ҷадвалӣ дода шудани функсия, ҳамчунин ҷадвалҳои астрономии вавилиониҳо, юнониҳои қадим ва ҳиндуҳо мисол шуда метавонад.

Матни қатъии таърифи функсияро аз нуқтаи назари аналитикӣ соли 1748 шогирди Бернулли Эйлер додааст.

Ҳамин тариқ, таърифи функсия дар намуди пурраaш чунин муайян карда шудааст: агар барои ҳар як элементи *x* аз маҷмӯи *A* чунин элементи *y* аз маҷмӯи *B* мувофиқ ояд, он гоҳ мегӯянд, ки дар маҷмӯи *A* функсияи *y=f*(*x*) дода шудааст, ё ин ки маҷмӯи *A* дар маҷмӯи *B* инъикос ёфтааст. Дар ҳолати якум элементи *x* аз маҷмӯи *A*-ро қимати аргумент, вале элементҳоро аз маҷмӯи *B* - қимати функсия меноманд; дар ҳолати дуюм бошад *x* инъикоси образи *y* мебошад.

КАЛИДВОЖАҲО: функсия, математика, бузургӣ, масоҳат, ҳаҷм, доира, теорема, диаметр, Франсуа Виет, Нютон, Декарт, Ферма, Лейбнитс, Гюгенс, Эйлер, элемент.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН: Фатҳуллоев Қиёмҷон, номзади илмҳои педагогӣ, саромӯзгори кафедраи методикаи таълими математикаи Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 915-01-23-45.

Сафаров Ҷумабой Сафарович, доктори илмҳои физикаю математика, профессори кафедраи таҳлили математикии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Тел.: (+992) 917-07-96-40.

Одинаев Таваккал, магистри курси якуми ихтисоси математикаи Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав.

ПОНЯТИЕ ФУНКЦИИ И ИСТОРИЯ ЕЕ ПОЯВЛЕНИЯ

В статье подчеркивается, что функция является одним из основных математических и общепринятых понятий, играющий важную роль для понимания реального мира. Эпоха изучения понятия функции берет свое начало от Древнего мира и продолжалось до XVII века. Вавилонские ученые (более 4-5 тысяч лет тому назад) показали площадь круга как функция зависимая от радиуса примерно: $s = 3r^2$. Примерами табличного представления функции является астрономические таблицы вавилонцев, Древных греков и индийцев.

Устойчивое текстовое определение функции с аналитической точки зрения представлено в 1748 году со стороны Эйлера ученика Бернули.

Таким образом, понятия функции в полном виде определено так: если для каждого элемента *y* от совокупности *A* соответствует такой элемент у от совокупности *B*, то говорят, что в совокупности *A* дана функция *y=f(x)* или отражены совокупность *A* в совокупность *B*. В первом случае элемент *x* от совокупности *A* называет значением аргумента, а элементы от совокупности *B* - значением функции, во втором случае *x* является отражением *y*.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: функция, математика, величина, площадь, объем, круг, теорема, диаметр, Франсуа Виет, Ньютон, Декарт, Ферма, Лейбнитс, Гюгенс, Эйлер, элемент.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Фатхуллоев Киёмджон, кандидат педагогических наук, ст. преподаватель кафедры методики преподавании математики Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 915-01-23-45.

Сафаров Джумабой Сафарович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры математического анализа Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел.: (+992) 917-07-96-40.

Одинаев Таваккал, магистр первого курса по специальности математики Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава.

CONCEPT OF FUNCTION AND HISTORY OF ITS APPEARANCE

The article emphasizes that the function is one of the basic mathematical and generally accepted concepts, which plays an important role in understanding the world of reality. The era of studying the concept of function originates from the Ancient World and lasted until the 17th century. Babylonian scientists (more than 4-5 thousand years ago) showed the area of the kruhn as a function of the radius approximately: $s = 3r^2$. Examples of tabular representation of a function are the Astronomic tables of the Babylonians, Ancient Greeks, and Indians.

A stable textual definition of a function from an analytical point of view was presented in 1748 by Euler, a student of Bernouli.

Thus, the concept of a function in its full form is defined as follows: If for each element *y* from a set *A* there corresponds such an element *y* from a set *B*, then it is said that the function *y = f (x)* or a reflection of a set *A* into a set *B*. In the first case, the element *x* from the collection *A* calls the value of the argument, and the elements from the collection *B* - the value of the function; in the second case, *x* is a reflection of *y*.

KEY WORDS: function, mathematics, magnitude, area, volume, circle, theorem, diameter, François Viet, Newton, Descartes, Fermat, Leibnitz, Gugens, Euler, element.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS: Fatkhulloev Kiyomjon, candidate of pedagogical sciences, senior lecturer of the department of methods of teaching mathematics of the Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 915-01-23-45.

Safarov Jumaboy Safarovich, doctor of physical and mathematical sciences, professor of the department of mathematical analysis of the Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Phone: (+992) 917-07-96-40.

Odinaev Tavakkal, first-year master's degree in mathematics of Bokhtar State University named after Nosir Khusrav.

БА ТАВАҶҶУҲИ МУАЛЛИФОН

Маҷаллаи «Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав» (силсилаи илмҳои табиӣ) нашрияи Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав ба ҳисоб меравад.

Маҷалла тибқи «Қонун дар бораи матбуот ва воситаҳои ахбори умум» интишор мегардад.

Дар силсилаи илмҳои табиии маҷалла натиҷаи корҳои илмӣ-таҳқиқотии профессорону омӯзгорони донишгоҳ ва уламои ватаниву хориҷӣ оид ба риёзиёт, физикаю технология, химия ва биология, таърихи илм ва техника нашр карда мешавад.

Ҳайати таҳририя, ки ба он мутахассисони соҳаҳои илм шомиланд, бо фармони ректори Донишгоҳ тасдиқ карда шудааст.

Маҷалла мақолаҳои илмию назариявиро вобаста ба нусхаи асл ба забонҳои тоҷикӣ, русӣ ва англисӣ ба табъ расонида, соле 4 маротиба нашр мешавад. Маҷалла мақолаҳои илмиро тибқи қарори кафедра қабул менамояд.

Мақолаҳое, ки ба суроғаи маҷаллаи «Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав» (силсилаи илмҳои табиӣ) ирсол карда мешаванд, бояд ба талаботи зерин ҷавобгӯ бошанд:

Дар мақолаҳои илмӣ ҳалли масъалаҳо аниқ ва равшан ифода гардад.

Ҳаҷми мақола якҷоя бо расм, ҷадвал, диаграмма, график ва матни аннотатсия (0,5 саҳ.) набояд аз 15 саҳифаи чопӣ зиёд бошад.

Мақолаҳо бояд дар компютер тибқи барномаи Microsoft Word бо шрифти Times New Roman 14, андозаи А4 ҳуруфчинӣ ва дар диск сабт карда шаванд.

Фосилаи байни сатрҳо 1 см, ҳошия аз тарафи чап 3 см, аз тарафи рост 2 см, аз боло 3 см ва поёни саҳифа 2,5 см-ро ташкил намуда, матни мақола аз тарафи рост саҳифабандӣ карда шавад.

Дар саҳифаи аввал номи мақола, дар сатри дуюм ному насаби муаллиф ва муассисаи корӣ навишта мешавад.

Дар дохили матни асосӣ адабиёти истифодашуда тибқи муқаррарот, бо қавсайни квадратӣ, масалан [1, с. 10] ишора мегардад. Дар поёни матн рӯйхати адабиёт бо тартиби дар матн нишондодашуда таҳти унвони «Адабиёт» оварда мешавад. Пас аз рӯйхати адабиёт мазмуни мухтасари мақола ба забонҳои тоҷикӣ, русӣ ва англисӣ, ҳамчунин калидвожаҳо (то 10 калима) ва маълумот дар бораи муаллиф (муаллифон) бо ин забонҳо илова мегардад.

Мақолаҳои илмие, ки ба идораи маҷалла ирсол мешаванд, бояд варақаи экспертӣ, маълумотномаи муаллифӣ ва тақризи мутахассисони соҳаро дошта бошанд.

Дар охири мақола ному насаб, ҷои кор, дараҷаву унвони илмӣ, суроғa, рақами телефон, e-mail ва имзои муаллиф ҷой дода мешаванд.

Ҳайати таҳририя ҳуқуқ дорад, ки мақолаҳои илмиро ихтисору ислоҳ намояд ва ё мустақилона барои тақризи иловагӣ фиристонад.

Мақолаҳое, ки сатҳи илмии онҳо ҷавобгӯи талабот нест, ба нашр расонида намешаванд.

Дастхати мақолаҳо баргардонида намешаванд.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В серии естественных наук научного журнала «Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава» печатаются статьи, содержащие результаты научных исследований по математическим, физическим, технологическим, химическим и биологическим наукам, истории наки и техники.

При отправке статьи в редакцию авторам необходимо соблюдать следующие правила:

Объем статьи не должен превышать 15 страниц компьютерного текста, включая текст, таблицы, библиографию, рисунки и тексты аннотаций на таджикском, русском и английском языках.

Статья должна быть подготовлена в системе Microsoft Word. Одновременно с распечаткой статьи сдается электронная версия статьи. Рукопись должна быть отпечатана на компьютере (гарнитура Times New Roman 14, формат А4, интервал одинарный, поля: верхнее-3 см, нижнее-2,5 см, левое-3 см, правое-2 см), все страницы статьи должны быть пронумерованы.

Сверху страницы по центру листа указывается название статьи, ниже через один интервал инициалы и фамилии автора (авторов). Далее через строку следует основной текст.

Ссылки на цитируемую литературу даются в квадратных скобках, например, [1, с.10]. Список литературы приводится общим списком после основного текста (под заголовком «Литература») в порядке упоминания в тексте.

К статье прилагается резюме на таджикском, русском и английском языках с указанием названия статьи. Текст резюме приводится в конце статьи после списка использованной литературы. В конце резюме приводятся ключевые слова (до 10 слов) и сведения об авторе (авторов) на таджиском, русском и английском языках.

Научные статьи, представленные в редакцию журнала, должны иметь экспертное заключение, авторскую справку и отзыв специалистов о возможности опубликования.

В конце статьи приводятся сведения об авторе (авторах) с указанием ученой степени, ученого звания, должности, названия организации, адреса, телефона, e-mail.

Редколлегия оставляет за собой право производить сокращения и редакционные изменения статьи.

Статьи, не отвечающие настоящим требованиям, редколлегией не принимаются.

Рукописи не возвращаются.

МУНДАРИҶА

МАТЕМАТИКА *МАТЕМАТИКА*

Раджабов Н.Р., Шамсудинов Ф.М., Фирдавси Х.
ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ТОГО ЧТО РЕШЕНИЕ МОДЕЛЬНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ЯВЛЯЮТСЯ РЕШЕНИЕМ СООТВЕТСТВУЮЩЕГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ……...5

Мирзорахимов Ш.Х.
КОРОТКАЯ ДВОЙНАЯ СУММА ЗНАЧЕНИЙ ХАРАКТЕРОВ ДИРИХЛЕ ОТ СДВИНУТЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ ДВУХ ЧИСЕЛ.....15

Одинабеков Х.В.
О РЕШЕНИИ ОДНОГО КЛАССА ПСЕВДОПАРАБОЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ НА ПЛОСКОСТИ С ЗАДАННЫМИ ГЛАВНЫМИ ЧАСТЯМИ.....20

Миратов С.К.
ОГРАНИЧЕННОЕ И ПЕРИОДИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ТИПА ДУФФИНГА С ПОСТОЯННЫМИ ОТКЛОНЕНИЯМИ АРГУМЕНТА…….24

Шарифов Б.Л., Афзалшоҳи Сафархон
ТАДҚИҚИ АМСИЛАВИИ САТҲИ ТЕХНОЛОГӢ БО ИСТИФОДА АЗ УСУЛҲОИ НАҚШАВӢ-ТАҶРИБАВӢ.....27

ФИЗИКА *ФИЗИКА*

Исломов С.
АТМОСФЕРАИ ҲАЁТБАХШ ВА МУҲОФИЗИ КУРАИ ЗАМИН.....31

Кодирова Х.И., Гардулло Б., Каюмов Б.
ИССЛЕДОВАНИЕ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ.....35

ХИМИЯ *ХИМИЯ*

Ганиев И.Н., Одиназода Х.О., Зокиров Ф.Ш., Мухабатов Х.К.
СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ СПЛАВОВ В СИСТЕМЕ Al-Zr-Ca.....41

Фирузи Хамрокул, Обидов З.Р., Ганиев И.Н, Ширинов М.Ч.
ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НЕОДИМА НА АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЦИНКОВОГО ПЛАВА Zn0,5Al, В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ.....46

Давлатов Д.О., Ғафорзода С.М., Ахмедов А.М
РАВАНДИ ГУДОЗИШИ НЕФЕЛИНҲОИ СИЕНИТИИ КОНИ ТУРПИ БО СУЛФАТИ НАТРИЙ.....52

Шоимардонов С.Ҷ., Ашӯров Н.А.
УСУЛҲОИ КИСЛОТАГӢ ВА ИШҚОРИИ КОРКАРДИ МАЪДАНҲОИ ДОРОИ БОР……...56

Сироджидинов М.Э., Обидов З.Р., Ганиев И.Н., Сафаров А.М.
КИНЕТИКА ОКИСЛЕНИЯ ЦИНКОВО-АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА Zn55Al, ЛЕГИРОВАННОГО ИНДИЕМ.....58

БИОЛОГИЯ *БИОЛОГИЯ*

Бобизода Г.М., Раджабов Ф.Ф.
СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИМОАРГА И ТИМОЦИНА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕЧЕНИЯ ТЕЛЯТ ПРИ ДИАРЕЕ.....65

Гулов М.К
КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ АКТИВНОСТЬЮ АНТИОКСИДАНТНОГО ФЕРМЕНТА КАТАЛАЗЫ И ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛИСТЬЕВ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЮГА ТАДЖИКИСТАНА……70

Ализода У.А., Кодиров А.С.
КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХАТЛОНСКОЙ ОБЛАСТИ……...75

Рустамов Ш.Р., Сангинов А.С., Султонова М.Ҳ.
НАВЪҲОИ НАМУДИ ПАХТАИ *G. BARBADENZE* L., НИСБАТ БА УСТУВОРИИ ПАЖМУРДАШАВИИ ФУЗАРИОЗӢ.....80

Раджабов Ф.Ф.
СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИМОАРГА И ТИМОЦИНА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВАКЦИНОПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ИНФЕКЦИОННОГО РИНОТРАХЕИТА ТЕЛЯТ.....83

ТАЪРИХИ ИЛМ ВА ТЕХНИКА *ИСТОРИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ*

Сатторов А.Э., Исмоилов А. Ш.
АЗ ТАЪРИХИ МУАЙЯНКУНИИ АДАДҲОИ СОДА.....88

Фатҳуллоев Қ. Сафаров Ҷ., Одинаев Т.
МАФҲУМИ ФУНКСИЯ ВА ТАЪРИХИ ПАЙДОИШИ ОН.....91

БА ТАВАҶҶУҲИ МУАЛЛИФОН.....95

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ.....96

МУАССИСИ МАҶАЛЛА:

МДТ «Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав»
Суроға: 735140, вилояти Хатлон, ш. Бохтар, кӯчаи Айнӣ, 67, бинои асосии донишгоҳ.

НОШИР:

Маркази табъу нашр, баргардон ва тарҷумаи МДТ «Донишгоҳи давлати Бохтар ба номи Носири Хусрав»
Суроға: 735140, вилояти Хатлон, ш. Бохтар, кӯчаи Айнӣ, 67, бинои асосии донишгоҳ, ошёнаи дуюм.

Маҷалла дар Маркази табъу нашр, баргардон ва тарҷумаи МДТ «Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав» тарҳрезии компютерӣ ва саҳифабандӣ шуда, дар ҶДММ «Матбаа», бо суроғаи ш. Бохтар, кӯчаи Осимӣ, 22А, нашр мегардад.

Ба чоп 30.06. 2021 таҳвил шуд. Чопи офсетӣ.

Андозаи 60х84/16. Ҷузъи чопӣ 12,5

Индекс 77737. Адади нашр 500 нусха.

Журнал отпечатан в ООО «Матбаа», г. Бохтар.
Индекс 77737. Тираж 500 экз.
The magazine was printed in LLC «Matbaa», Bokhtar.
Index 77737. Circulation 500 copies.